

PH
N

P

JOS

Typis

PHILOSOPHIÆ NATURALIS
PARS PRIMA
SEU
PHYSICA GENERALIS
AD USUM SCHOLARUM

A

JOSEPHO REDLHAMER E. S. J.
PHILOSOPHIÆ PROFESSORE.

S.P. Camald. Insulae Vigren.



VARSAVIÆ MDCCLXI.

Typis S. R. M. & Reipublicæ in Collegio Regio
Scholarum Piarum.



PROLOGOMENA

IN

UNIVERSAM PHYSICAM.



Xplananda venit ea Philoſophiæ pars, quæ, cum tantum pateat, quantum ipſa natura, Phyſices, ſeu naturalis ſcientiæ nomen obtinuit, ut adeo dubium eſſe non poſſit ejus ſtudium & argumenti dignitate celebratiſſimum, & varietate rerum jucundiſſimum, & ſua in ceteras artes fœcunditate utiliſſimum eſſe: nam *naturale quoddam animorum, ingeniorumque eſt pabulum*, ut loquitur Tullius L. 4. Q. Acad., *contemplatio naturæ: erigimur, altiores fieri videmur: humana deſpicimus, cogitantesque ſupera, atque Cæleſtia, hæc noſtra, ut exigua, & minima contemnimus. Indagatio ipſa rerum tum maximarum, tum etiam occultiſſimarum habet oblectationem.* Certe quidquid in medica corporibus ſalubre, in re militari hoſtibus formidandum, vel in reliquis diſciplinis humano generi proficuum videmus, id totum Phyſicæ, ejusque individuæ comiti Matheſi eſt tribuendum.

Facilior ad iſthanc ſcientiam ut pateat aditus, præcipua puræ Matheſeos capita primo Philoſophiæ an-

no ſunt explicata ad eximiam tyronum utilitatem, ut adeo jactis his fundamentis nihil ſuperſit aliud, quam pauca quædam de ipſa, quæ præ manibus eſt, ſcientia, recepto more præfari.

ARTICULUS I.

Proponitur compendiaria ſcientiæ naturalis hiſtoria.

§. I. PHyſica à Græco vocabulo, ſic dicta, eſt *Scientia rerum naturalium præprimis corporearum*, in id intenta, ut naturam corpoream, ejusdem ordinem, vires, leges, affectus inquirat, omniumque origines, cauſas, modos, ac uſus, quatenus ſcire datum eſt, ex genuinis principiis deducat. Dicitur *ſcientia* non quidem proprie, ſed latius ſumpta, prout cognitiones & evidentes, & probabiles complectitur: nam etſi plura ſint, quæ evidenter cognoſcimus, tamen plurima, ut Tullius habet L. 4. Q. Acad. *craſſis adeo circumfuſa ſunt tenebris, ut nulla acies ingenii tanta ſit, quæ penetrare ea poſſit.*

Dicitur etiam ſcientia *rerum naturalium*, ſeu earum, quæ ſenſibilem mundi machinam conſtituunt. Phyſicus nempe in eo totus eſt, teſte Gaſſendo in Proemio Phyſ. *ut exploret ipſum rerum omnium complexum, deinde ſpeciatim rem quamlibet disquirendo, an, & ex quibus principiis conſtet? an, & à quibus producta cauſis? an, & ob quem finem effecta? an, quibus viribus, proprietatibusque donata? an, & quas actiones, quæ effecta habeat, ceteraque ejusmodi, quæ ſi perſpecta fuerint, tum rerum natura perſpecta cenſetur.*

§. II. Porro cum diverſæ ſint rerum corporearum ſpecies, pro varietate objectorum dividitur Phyſica in partes peculiaribus nominibus inſignitas. Quæ communes corporum affectiones explicat, Phyſica *Generalis* dicitur, & altera *ſpecialis*, quæ ſingulas corporum ſpecies expendit. Ceterum Phyſici Recent: naturalem philo-

philosophiam in certas classes distribuerunt, quas eruditionis gratiâ satis erit insinuasse.

Cosmologia agit de systemate mundano universim, & *Uranologia* speciatim de corporibus cœlestibus : pars illa, quæ causas motuum cœlestium explicat, *Physica cœlestis* dicitur à Keplero.

Doctrina est elementorum, & *Meteorologia* meteororum, id est eorum, quæ in atmosphæra generantur, ut sunt pluvia, iris, fulgur, aurora Borealis. *Minerologia* tractat de fossilibus, ut sunt vel terræ variæ, vel succi concreti, vel lapides, vel metalla. *Hydrologia* de aquis maris, fluminum, fontium, thermarum &c. *Phytologia* de Plantis, *Zoologia* de animalibus, & *Anthropologia* de homine.

Etsi Philosophi his partibus illustrandis consecrent operam suam, absit tamen, ut monet Wolfius in disc. prælim. de Phil. in genere, *ut nobis persuadeamus his exhauriri omnem naturæ thesaurum : multa potius sunt disciplinæ Philosophicæ, quæ hactenus latent, suo tamen tempore in apricum producentur, ubi serio ad philosophandum applicaturi sunt animum Eruditi, ut potius dilatandis scientiæ pomœriis studeant, quam ut vanæ ambitioni litent ex aliorum contemptu gloriam captantes.*

§. III. Ut præter ea, quæ in proleg. Phil. brevissime insinuavi, accuratius quædam explicentur, illud de origine Physices certum est, nobilissimam hanc scientiam à Chaldæis ad Hebræos, ab his ad Ægyptios, inde ad Græcos, ab his ad Romanos pervenisse, ubi tamen fatendum est id laudis præ aliis tribuendum esse Græcis, quod Physicam auxerint, illustrarint, suisque scriptis ad posteros transmiserint. Inter hos eminebat Thales Milesius, qui conatus suos transtulit ad Philosophiam naturalem, cum ante a Sapientum pars major Ethicam, seu vitæ recte instituendæ viam docuisset. *Is certe fuit*, ut habet Apulejus L. 4. Florid. *Geometriæ penes Grajos primus repertor, & naturæ rerum certissimus explorator, & astrorum peritissimus contemplator : maximas res parvis lineis reperit, temporum ambitus, stellarum meatus, tonitruum sonora mira-*

 cula,

cula, *ſiderum obliqua curricula, ſolis annua reverticula, Lunæ vel naſcentis incrementa, vel ſeneſcentis diſpendia, vel delinquentis obſtacula explanavit.* Une optime Thaletem *Philoſophiæ principem* vocat Plutarchus, *primum Phyſicum* Euſebius, *Philoſophorum antiquiſſimum* Juſtinus.

Hujus ſtudium æmulati ſunt Anaximander, Anaximenes, Anaxagoras, Archelaus illuſtria Jonicæ ſectæ lumina, & ex Italica Pythagoræ ſecta Empedocles, Heraclitus & Democritus, ut adeo naturalis diſciplina apud Græcos præ ceteris Philoſophiæ partibus fuerit exculta: nam cum viderent univerſum hunc mundum, rerum ſenſibilium, ſiderum curſus ac periodos, eo ſciendi ſtudio ſunt accenſi, toto ut impetu abriperentur in jucundiſſimam hanc ſcientiam. Audiendus hic Tullius eſt L. 5. Q. Tuſc. ita loquens: *Horum omnium adſpectus impulit veteres illos, ut plura quærerent, inde nata eſt indagatio initiorum, & tanquam ſeminum, unde eſſent omnia orta, quæque ex alio in aliud mutatio, unde terra, & quibus librata ponderibus?* Quæ inquiſitio inde eſt orta, quia, ut rurſus habet Philoſophus conſularis de finibus, *ineſt in explicatione naturæ inſatiabilis quædam e cognoſcendis rebus voluptas, in qua una confectis rebus neceſſariis, vacui negotiis honeſte ac liberaliter poſſumus vivere.*

§. IV. Porro ex antiquioribus alii cum Theophraſto & Plinio Hiſtoriam rerum naturalium, alii earundem cauſas, origines, principia cum Lucretio explicabant, utramque & hiſtoricam, & ætiologicam Phyſicam amico fœdere conjunxit Ariſtoteles; ut plurimis libris, quorum ſeriem apud Purchotium inſinuatam reperies, orbi erudito ſeſe fecerit commendabilem. Hinc Phyſica Ariſtotelica per aliquot ſecula principem in Scholis locum occupavit, ita, ut qui eam intelligeret, omnibus numeris abſolutus Philoſophus haberetur, itaque quicunque per iſthoc Stagyritæ regnum ediderunt de re Phyſica libros aut Ariſtotelis egerunt interpretes, aut ex ejusdem principiis ulteriora, ut poterant, conſectaria deduxerunt.

In

In hac quidem secta nimium credula nihil admodum ad genuinæ Physices splendorem est actum, aut inventum. Arabes quippe, ubi Hispaniam ferro, flammaque invaserunt, Aristotelicam quoque Philosophiam non tam excolere, quam obscurare cœperunt, præeunte Averroe, qui, ut testatur Lud. Vives L. 5. de discipl. *in Aristotele enarrando nihil minus explicat, quam eum ipsum, quem susceperat declarandum.* Hinc isthæc secta invaluit per universam Europam, ut solus fere Stagyrita palmam obtinuerit sine æmulo, sine rivali. Id unum dolendum erat, quod ejus cultores Arabes ex magno illius apparatu pro quæstionibus vere physicis substituerint abstracta, contentiosa, Metaphysica, neglectis experimentis genio suo admodum turbulento indulserint, merisque conjecturis, aut hypothesibus sint usi, quas pro arbitrio assumpserunt, neque probârunt ope observationum, aut experimentorum.

§. V. Hic status erat rei physicæ, dum caput extulit experimentalis Philosophia: tum enimvero extiterunt insignes naturæ scrutatores, quibus ducibus experimenta facta, opiniones, quæ vetustate obsoleverant, e tenebris, & oblivione vindicatæ, hæreditas ab antiquis relicta magnis accessionibus est multiplicata. Ut pauca quædam cupidis eruditionis Auditoribus proponam, fundatorem experimentalis Physices censeo Baconem de Verulamio Anglum, cujus viri consilio, teste Morhofio polyh. t. 2. l. 2. *quidquid hactenus in Societate Anglica est præstitum, acceptum referri debet.* Erecta subinde est auspiciis Lud. XIV. Gall. Reg. Academia scientiarum Parisina, cujus Historiam typis vulgavit Joan. Du Hamel Cong. Orat. Presbyter, in id unum intenta, ut institutis experimentis Scientiam naturalem amplificaret. In Germania cœpit Academia naturæ curiosorum, cujus acta sunt edita an. 1670. sub titulo: *Miscellanea curiosa Medico-Physica Academiæ curiosorum.* Societas Berolinensis florere cœpit Præside *Leibnitio*, ut nihil dicam de aliis societatibus in Italia, Gallia, Germania, & Russia institutis.

§. VI.

§. VI. Mechanicam philoſophandi rationem inierunt Renatus des Cartes, & Petrus Gaſſendus, de quibus in prolog. univ. Phil. quorum ille multos habuit in Gallia, & Germania ſectatores, qui integrum Carteſii ſyſtema ſtabilire adlaborârunt, Henricum Regium, Claubergium, Rohaltium, cujus Phyſicam notis ex Nevtono depromptis illuſtravit Klarckius, quanquam plurimis ſcriptis non immerito fuerit exagitatus Carteſius, ut præ ceteris oſtendit iter per mundum Carteſii a P. noſtro Daniel conceptum.

Gaſſandi Phyſica complectitur 3. Sectiones, quarum 1ma agit de rebus naturæ generatim, altera de rebus cœleſtibus, & 3tia de rebus terrenis inanimis, & viventibus. Etſi uterque magnam habuerit approbationem, moderni tamen Philoſophi malunt eſſe eclectici, quam ſectarii.

His præ ceteris adjungi meretur Robertus Boyle, Societatis Reg. Lond. nobiliſſimum membrum, Gaſſendo magis, quam Carteſio addictus, qui inſigni experimentorum apparatu ſcientiam naturalem illuſtravit. Quid hoc in argumento præſtiterit Galilæus Magni Ducis Hetruriæ Mathematicus, & poſt illum Torricellius, item Otto Guerickius Conſul Magd. per decurſum Phyſices, audies.

§. VII. Non omittendi ſunt noſtri è S. J. viri de Phyſica experimentali præclare meriti, quos inter præprimis occurrit Athanaſius Kircherus in Coll. Rom. Matheſeos Profeſſor, qui præter alia opera ſcripſit mundum ſubt. in XII. libros digeſtum, quo abditorum cauſas effectuum acri indagine inquirit, & ad neceſſarium vitæ humanæ uſum applicat vario experimentorum apparatu. Hujus diſcipulus Caſparus Schottus ejusdem ordinis curioſa ſua phyſica, & univerſali naturæ, & artis magia magnum apud eruditos nomen obtinuit.

Franciſcus tertius de Lanis rurſus è S. J. vulgavit magiſterium naturæ, & artis 3. tomis contentum, unde plurimi alii phyſici experimenta, eorumque explicationem, diſſimulato interdum authoris nomine, hauſerunt.

ferunt. Honoratus Fabri cum adverteret multa ab Arabibus esse inventa, quæ genuinæ Aristotelis doctrinæ adversarentur: ex ipso Græci textus sensu ostendit Stagyritam sensisse longe aliter, quam ferat Arabica interpretatio: hinc hujus authoris systema *Aristotelicum prætensum* appellatur. Adde his des Chales, Cabeum, Casatum, Regnault, cujus dialogi physici insignis sunt & eruditionis, & elegentiæ, Grimaldum, Marchentum, Belgradum, Boscovich, aliosque plurimos.

§. VIII. Nevtonus celeberr. Anglus Physicam suam cum Mathesi arctissime conjungens, ut ostendit præfixus titulus: *Philosophiæ naturalis Principia Mathematica*, non alias rerum naturalium causas admittit, quam quæ & ratione, & experimentis ostendi possunt: hujus authoris mentem explicare conatus est Jac. Gravesande in *Introduct. ad Phil. Nevtonianam.* Hinc adjungi merentur Petrus Van Musschenbroek, cujus institutiones Physicæ ad usus Acad. conscriptæ, & tentamina experimentorum naturalium Acad. Florent. in pretio sunt, & Joan. Keillius in introductione ad veram Physicam. Huc refer Wolff. Krafft prælect. Academicas in Physicam Theoreticam, Georgii Hambergeri elementa methodo Mathem. conscripta. Traité des sens par Mr. Le Cat. Cours de Physique experimentale par le docteur J. t. Desaguliers de la Société Royale de Londres. Mairani tractatum de aurora Boream, ejusdemque dissertationem de formatione glaciei, ac præcipuis ejus phænomenis.

Omitto hic fusius commemorare Franc. Baylii Bononiensis Inst. Physicas, Christoph. Sturmii Physicam electivam, & collegium experimentale, seu curiosum, Elementa Chemica Boerhavei, opuscula [illegible] Volfii, Teichmeyri, Scheuchzeri, Verdriesii & Noleti &c. quorum eximia sunt in rem physicam merita.

§. IX. Quantum ad bonum publicum dicti authores contulerint, magis est notum, quam ut a me explicari possit: illorum conatus non quiescebat in mera theoria, sed ad eximios vitæ usus ita accommodatus est,

eſt, ut aliæ artes ad Reipublicæ felicitatem perneceſſariæ & conſerventur, & augeantur, id quod compertum eſt poſtremis hiſce ſeculis, quibus roborata eſt Statica, Hydroſtatica, Aerometria, Optica, ars Medica, & Chirurgica mire perfecta, roſa nautica, Antlia Pneumatica, tormenta bellica, machinæ hydraulicæ, & electricæ, horologia, barometra, thermometra, & hydrometra, teleſcopia, & microſcopia, aliaque id genus complura maximo commodo ſunt detecta, de quibus per decurſum.

Certe ſi Ariſtoteles reviviſceret, ſi videret novas in terris regiones, nova in cælo ſidera, novasque artes, ſi oculum applicaret Teleſcopio, ac Microſcopio, atque innumera plantarum, ac animalium genera antiquis incognita conſpiceret, ſi intueretur tot naturæ prodigia, aeris pondus, ac elaterem, liquorum æquilibrium, corporum electricitatem, circulationem ſanguinis in animalibus, & ſucci in plantis, aliaque id genus in lucem protracta, ſi, inquam, hæc omnia videret redux è mortuis Ariſtoteles, tacito quodam ſtupore perculſus pleraque ex ſcriptis ſuis corrigeret, demeret alia, alia adderet, & quo erat veritatis amore, lituram in alia liberius induceret.

ARTICULUS ALTER.

Adferuntur aliæ notiones ad Philoſophiam naturalem neceſſariæ.

Q. 1. An, & qualis ſcientia ſit Phyſica?

NOmen *Scientiæ* merito convenire in Phyſicam, patet ex multis, quibus modo gaudet, prærogativis: habet nempe ad modum Geometriæ data ſufficientia, explorata, obſervata, definitiones, axiomata, theoremata: ex principiis exploratis æſtimat vires, inde, quidquid naturaliter fieri poteſt, demonſtrat: hinc

hinc admittit demonſtrationes phyſicè evidentes de extenſione, ſoliditate, diviſibilitate, motu corporum, in quo tota eſt naturæ ratio, ejusque legibus, reniſu, viribus gravitatis, conflictibus mutuis corporum, affectionibus, proprietatibus &c. Ex ſtatis legibus, ac principiis naturales effectus deducit, ut dubium eſſe non poteſt ei, qui inſpexit egregios labores illuſtrium Societatum, nec non opera Leibnitii, Volfii, Nevtoni, Borelli, Hugenii, Bernoullii, Graveſandii aliorumque.

Certe licet ſcientia naturalis ad faſtigium perfectionis nondum pervenerit, ad ſublime tamen eſt evecta: nam, ut habet Muſſchenbrœk in quadam præfatione, proſcriptis hypotheſibus libido, fingendi antea ctis temporibus adeo amata, eſt refrenata, in earum loco accuratæ obſervationes, experimenta de induſtria facta, uti & probæ demonſtrationes ſucceſſerunt, inventa eſt vera, ſtabilisque philoſophandi methodus, qua certum, verumque in phyſica comparare, & a commentis ſcientiam purgare licet: ex obſervationibus nempe inter ſe comparatis ſequelæ certæ colliguntur, Matheſis ubique in ſubſidium vocatur, actionum proportiones inveſtigantur, ex iis concinantur regulæ ſtabiles, nihilque inter vera reponitur, præterquam quod probe fuit demonſtratum.

Dixi, *Phyſicam nondum ad faſtigium perfectionis perveniſſe*: nam ob ſubtilitatem, varietatemque naturæ, quæ repetita examina effugit, rerum omnium cauſas invenire, aut per experientiam ultimas corporum proprietates, principia, & eſſentias perſpicere non poſſumus. Sic ſi quæratur à phyſico, quid ſit plumbum? reponet quidem eſſe corpus ad metallorum genus referendum, liquabile, malleo ductile, cinerei coloris &c. at ultra quærenti, quæ ſit partium ultimarum hujus corporis diſpoſitio? nihil erit, quod reſpondeat, præter conjecturas, ut adeo in multis ſcepticiſmum profiteri ſit neceſſe: nam etſi effectus ex operatione naturæ fluentes obſervemus, non tamen, quomodo natura ope-

operetur, intelligimus: hinc accuratiores Physici relictis incertis hypothesibus ad effectus observandos, capiendaque experimenta sese accingunt, eoque studium dirigunt, ut aliqua inde in genus humanum utilitas redundet.

Q. 2. Quæ sint præcipua scientiæ naturalis adjumenta?

Sciendi media sunt *sensus*, & *ratio*: illorum imprimis ope aut phænomena sponte oblata, aut tentamina accurato studio instituta observamus, sed quia magna sensuum est hebetudo, & prona ad multiplices lapsus conditio, ita ut non tam à sensibus, quam judicio inde formato decipiamur, idcirco ratio ad clavum sedeat, & ex perceptionibus sensuum legitimas conclusiones deducat, certis experimentis, solidoque inde hausto ratiocinio utendum est, non vagis hypothesibus, aut conjecturis. Hinc Bartholinus de nat. mirab. q. 7. ita habet: *Sensus, cum assumpsit in consilium rationem, tanto in dominatu locabitur, ut naturæ omnia hujus tutelæ subjiciantur.*

Ex quo vides Scientiam naturæ perfici posse per *observationes phænomenorum, ac experimenta. Apparentiæ* sunt, quæ sub sensus cadunt notanturque in rebus naturalibus sibi relictis nullo artis, vel humanæ industriæ subsidio adhibito: sic omnes situs, motus, mutationes, ac actiones corporum, quæ sensibus observantur, appellantur phænomena, qualia sunt ortus, occasusque solis, phases, eclipsesque lunæ, ortus interitusque animalium, ac plantarum, conflictus motusque corporum in se mutuo incurrentium &c.

Experimenta sunt tentamina sagaci physicorum indagatione instituta de iis rebus, quæ non fierent solo naturæ cursu, nisi sese misceret humana industria. Talia tentamina præcipue facta sunt ope antliæ pneumaticæ, ut refert Boyleus speciali tractatu, cui titulus: *Nova experimenta physico-mechanica.*

Ex-

Experientia denique eſt notitia per obſervationes phænomenorum, & experimentorum acquiſita, unde dicitur Phyſica experimentalis, cujus illuſtria ſpecimina & olim dederunt celebres Mathematici, & poſt reſtauratam philoſophiam nobis exhibuerunt tot viri immortali nomine digni Germani, Angli, Galli, Itali, tot Societates Eruditorum, & Collegia phyſica ſummo ſtudio inſtituta.

Q. 3. Quid obſervandum in dijudicandis ſenſuum obſervationibus?

Genuino veritatis cultori generatim curandum eſt, ut remotis præjudiciis, partiumque ſtudio obſervationes circumſpecte expendat, atque excutiat, nec facile credat uni teſti, ſed diverſorum conſenſionem expectet, atque ut de conſtantia naturæ, ejusque moliminum ſecurius erudiatur, iteratis vicibus, diverſis temporibus, ſub diverſis rei poſituris experimenta inſtituat, eorumque modos ac neceſſarias circumſtantias ſolerter examinet, denique conſectaria inde deducenda novo examini ſubjiciat per obſervationes, & experimenta.

Speciatim *ad experimenta inſtituenda adhibeantur* 1. *accurata inſtrumenta, ſummaque temporis, loci, temperiei aeris cura*, cum horum neglectu immanes errores ſubrepere poſſint: ſic Mariottus L. de natura colorum, ex vitris minus accuratis ſcabritie, aut bullulis infectis, obſervari contendit, radium lucis ſemel ſeparatum, iterumque refractum dare colores alios, ita ut radius violaceus per unum priſma ſeparatus, & in altero refractus colorem variet, ubi tamen huic perperam inſtituto experimento ſeſe opponit perpetua experientia Nevtoni, & cl. Deſaguliers, qui experimenta Nevtoniana in conſpectu Societatis Londinenſis accuratius repetiit.

Rurſus niſi ratio habeatur & *loci*, & *temporis*, quo experimenta fiunt, plurimorum errorum fit occaſio, cum diverſo loco, tempore, diverſoque cœli ſtatu

(quem

(quem indicant barometrum, thermometrum, hygrometrum) diversi persæpe effectus oriantur, ut varia ostendunt exempla: sic bufo, aranea, scorpius, anguis, venenosa animalia virus suum non ubique locorum exerunt: nocent quippe in Italia, aliisque calidis (ubi humores citato per venas motu feruntur, & salia spiculaque calore exaltantur) locis, at vero in frigidis, humidisque regionibus, quæ tardum sanguinis per corpus circuitum admittunt, venenum horum animalium vix ullum effectum producit: hinc nisi accurate notetur telluris plaga, in qua phænomenon fuit observatum, ignoramus utrum illud sit universale, an certo loco adstrictum, quæ ejus vera causa, effectus, magnitudo, aliaque ejus generis.

Nisi ratio *tempestatis* fuisset habita, in experimentis magneticis nondum constaret hujus lapidis vires esse fortiores hyeme, quam æstate, duritiei omnium corporum adferre ingens discrimen frigus hybernum, aut calorem æstivum. Hinc explorans duritiei gradus noscat tempestatis & frigus, & calorem, si certa velit experimenta instituere. Rursus ignis operatur in corpora alio modo æstate, alio hyeme, inæqualiter avolat ex corporibus inæquali anni tempestate, cui inæqualitati etiam subjicitur elasticitas, ut diversis temporibus diversas exerceat vires, ut manifesto constat ex tenuibus laminis chalybeis rotas horologiorum moventibus hyeme velocius, & tardius æstate.

Sic quoque refractio atmosphæræ aereæ, quæ conspectum siderum altius supra Horizontem elevat, ad polos major est quam circa æquatorem. A tempore diei, ac noctis nonnulla Magnetis phænomena pendere observavit Derhamus: a variis ventis, diversas ex diversis regionibus particulas advehentibus, pendent alia corporum effecta: sic Boreas elasticitatem aeris auget, & Zephyrus minuit. Ex quibus omnibus patet, ad capienda experimenta opus esse, ut altitudo barometri notetur, & calor thermoscopii ope indicetur: quo omisso nihil certi colligitur.

2do *Attendendum est, quam actionem aut influxum habeant & instrumenta experimentis servientia in corpora exploranda, & vicissim hæc in illa.* Quod primum spectat, exemplum habe in antlia Pneumatica: postquam Torricellius Physicus expertissimus demonstravit, Mercurium in tubo erecto clausoque a gravitate aeris elevari ad altitudinem 29. pollicum, & aquam ex puteis in antliam ope emboli assurgere per ejusdem aeris gravitatem: conclusum fuit fluida per tubos inflexos inæqualium crurum moveri, ita, ut ascendant in breviorem, effluantque per longiorem partem, propter idem ambientis aeris pondus; ex qua conclusione corollarii instar sequebatur nullum liquorum fluxum fieri posse, si sipho includeretur vacuo. En provocatum est ad experientiam! nonnulli rudiore antlia instructi, qua omnis aer ex recipiente exhauriri non poterat, affirmabant fluxum fluidi per tubos in vacuo æque, ac aere observari: at vero alii Hambergerus, Voiderus, Gravesandus, quibus meliora erant, magisque purgata ab aere instrumenta, contrarium evincebant.

Alterius exemplum habe in experimento ab ipsis Academicis Florentinis facto, ubi corpus admodum ignitum libræ lancibus impositum levius videbatur, & postea frigefactum gravius, ex quo concluserunt Academici, lamellas chalybeas, si calefiant, minoris esse ponderis quam frigidas: at vero id ipsum rejiciendum est in actionem corporum observationi subjectorum, nam corpus ignitum initio levius fieri duntaxat apparet, quia ignis omnem aquam & humidum ex funibus libram suspendentibus expellit, ubi postea gravius redditur humido aereo se intra funium poros recipiente. Id quod inde fuit manifestum, quia si lances ex æneis filis suspendantur, idem semper, licet calidissimum imponatur metallum, pondus ad stateram immobilem fuit exhibitum.

3tio *Adhibeantur pro experimentis corpora rite præparata, varietate etiam quoad molem & quantitatem adhibita.*

Impri-

Imprimis multum intereſt, corpora pura, an impura adhibeantur. Deinde Quandoque longe alium eventum habent experimenta cum corporibus exilibus, & alium cum majoribus, ut plura per decurſum inſinuanda exempla oſtendent.

Ceterum obſervatis etiam iſtis repetendum aliquoties erit tentamen, ut ſi prima vice omnia phænomena non obſerventur, repetito periculo clarius intelligantur, qua in re exemplo ſit Nevtonus, qui delapſum gravium per aera, aliaque fluida examinaturus demiſit aliquot es corpora diverſæ molis, & denſitatis ex altiſſima turri Londinenſi eo fine, ut ſi in uno experimento non ſufficiens facta eſſet obſervatio, alterum melius oſtenderet veritatem. Rurſus Nevtonus in paucis initio captis experimentis conſpexit lucem in ſe continere omnes colores: at vero iis acquieſcendum non putavit, unde variis modis lucem agitans de conſenſu tentaminum certior eſt factus. Plura hac de re vide in oratione Cl. Muſſchenbrœck de methodo inſtituendi experimentalem Phyſicam Commentariis ad experimenta Acad. Florent. præfixa.

Q. 4. Quæ ſint alia in experimentis obſervanda?

1. Non cœcè in experimenta irruendum, ut uni alterive illico ſuperſtruamus. Nam, ut ſuperius dictum, repetendum eſt ſæpius, conſectaria inde deducenda novo examini ſubiicienda, facta ab aliis tentamina in conſenſum advocanda, vaſorum nitor, inſtrumentorum accuratio omni modo procuranda, nec non conſenſio aliorum oculatiſſimorum virorum exſpectanda. Quod ſi hæc omnia fieri non poſſint, illa experimenta tutè recipi poſſunt, quæ conformantur rationibus Phyſicis paſſim receptis, quæque tentata ſunt à viris in arte peritis, quales teſte Muſſchenbrœck fuerunt Academici Florentini, ſub auſpiciis Leopoldi Magni Hetruriæ Ducis, Ill. Boyleus, Hugenius, Hauksbeius, Deſagulierius, Nevtonus, Franciſcus de Lanis, Caſati,

ſati, des Chales, Fabri, Graveſandus, Derhamus, Haleſius, Polenus &c. quo revocandi ſunt Vi: alii Cl. è S. J. qui Collegia experimentalia ſummo fructu inſtituerunt.

2. Concluſio ex phænomeno, aut experimento deducta non vendatur pro ipſo phænomeno, aut experimento. Sic male quis aſſereret experimento haberi radios lucis in ſe eſſe heterogeneos, cum hujus nullum habeatur experimentum, ſed ex factis duntaxat per priſmata experimentis id inferatur à Nevtonianis.

3. Neque experimento ſuccedente in uno corpore extendatur illico, & præcipitanter concluſio ad corpora alia quo ad ſpeciem ſimilia, neque ulla deducatur concluſio experimentis utramque in partem æqualibus, aut dubiis, cum præceps ejusmodi judicium plurimorum errorum exſtiterit occaſio.

Q. 5. Quæ dicantur leges naturæ?

Sunt rationes reſiſtentiæ, ac motus (de quibus 3. axiomata propoſui in Metaph. N. 150.) quibus corpora ſe invicem afficiunt, & quas conſtanter neceſſitate naturæ pro eſſentiali diſpoſitione, & inſeparabilibus proprietatibus obſervant. Fundamentum harum legum poſitum eſt tum in natura materiæ, tum in viribus omnibus, & ſingulis corporibus ſecundum ſtabilitum ordinem conceſſis, harumque in ſingulis ad ſe invicem reſpectu. V. Verdrieſ. in proleg. Ex cognitis, obſervatisque ejusmodi legibus præviderî poſſunt certi effectus. Sic cum cuneus heri vi quadam in lignum adactus illud fiderit, certe prævidemus eum pari vi idem lignum hodie fiſſurum. Corpus determinatæ molis in alterum irruens certa velocitate determinatum in ea motum excitare intelligimus, corpus grave ubi libere commiſſum ſponte & accelerato motu cadere deorſum prænoſcimus.

Leges ejusmodi aliæ dicuntur *primariæ*, & aliæ *ſecundariæ*, ſeu derivatæ: prioris generis leges pendent à liberrima Creatoris voluntate; qua ſtatutum, ut certi

 in

in iisdem occaſionibus motus ſemper fierent, quo referri poſſunt gravitas corporum, vis inertiæ &c. Leges *derivatæ* ſunt, quæ ex prioribus neceſſario pendent, fluuntque, ut eſt in corporibus circulariter actis vis centrifuga ab inertia materiæ neceſſario profluens, æqualitas angulorum incidentiæ, & reflexionis corporum elaſticorum in obicem irruentium, quæ rurſus ex inertia materiæ, & elaſticitate oritur. Ceterum quia non omnes leges naturæ hactenus ſunt detectæ, ſtudium eo eſt dirigendum, ut ex accuratis obſervationibus in apricum producantur.

Q. 6. Quæ ſint leges in Philoſophia experimentali obſervandæ?

Utiles ſane, ſinceræque veritatis ſcrutatore dignas philoſophandi leges præſcripſit Nevtonus. Prima eſt: *Cauſæ rerum naturalium non plures ſunt admittendæ, quàm quæ veræ ſunt, earumque phænomenis explicandis ſufficiunt.*

Senſus eſt, quod ex phænomenis eruendæ ſint cauſæ, quæ veræ erunt, ſi earum & exiſtentia, & ſufficientia ratione, & experimentis oſtendatur. Hinc ſi poſſibilis duntaxat eſt cauſa, nec re ipſa exiſtere conſtet, nunquam vera cenſebitur, etſi effectui, vel phænomeno explicando par eſſe videatur: nam cum idem effectus ex pluribus cauſis oriri poſſit (e. g. idem indicis horarii motus vel à pondere appenſo, vel interno elatere, vel ab impetu aquæ defluentis) cumque ex pluribus cauſis non niſi una reipſa exiſtat, agatque, ea ſola à phyſicis indaganda, & reliquæ tantum poſſibiles à vera phyſica removendæ. Eſt hoc contra phyſicos hypotheticos, qui ex fictis pro arbitrio hypotheſibus naturales effectus derivare contendunt, de exiſtentia ſuarum cauſarum parum ſolliciti.

2. *Effectuum naturalium ejusdem generis eadem ſunt cauſæ.* Nititur iſthæc lex receptis effatis: *natura non luxuriat cauſis ſuperfluis, fruſtra fit per ambages, quod ſimpliciore via abſolvi poteſt.* Sic ſi deſcenſus lapidis

cauſa

cauſa eſt gravitas in Europa, quis dubitabit eandem cauſam eſſe hujus effectus in America, & ubivis locorum? Si corpora terreſtria ad centrum terræ aguntur à cauſa gravitatis, per eandem certe cauſam planetæ quoque in Cælo circa ſolem delati ad centrum gravitatis agentur.

3. *Qualitates corporum (quæ intendi, & remitti nequeunt, quæque omnibus, in quibus experimenta inſtituere licet, corporibus competunt) pro corporum univerſorum qualitatibus haberi poſſunt.* Ante expoſitionem hujus legis N. in corporibus obſervari nonnulla omnibus communia, alia, quæ ſingularibus duntaxat corporibus inſunt, ut adeo illa *attributa, vel proprietates* generales, & hæc *qualitates* dici poſſint. Omnia iſthæc hærent in ſubjecto quodam ſeu *ſubſtantia*, cujus certe nullam ideam claram, & adæquatam habemus: nam licet ſenſibus percipiamus affectiones corporeas e. g. calorem, frigus, impenetrabilitatem, extenſionem &c. ſubſtantiam tamen ipſam experimentis detegere, aut internam corporum conſtitutionem ſenſibus ſubjicere nemo mortalium potuit.

Hinc ſenſus ſtatutæ legis eſt ſequens: ſi quæ proprietates diverſis in corporibus eædem, ac invariatæ perſeverant (quamcunque etiam mutationem, alterationemve corpora patiantur, utcunque ſit temporis, locique variata conditio;) eæ proprietates pro generalibus aſſumi debent, ut ſint ſoliditas, inertia, mobilitas &c. quæ aliaque attributa ejuſmodi ſunt, ut horum nullum à corporibus abeſſe poſſit, cum hactenus corpus non ſit inventum ſeu magnum, ſeu parvum, ſeu firmum, ſeu ſolidum, quin hæc omnia ſimul habuerit. Præmiſſa hac in Phyſicam introductione ad rem ipſam aggrediamur.

DISSERTATIO I.

De Corporibus generatim, eorumque Principiis, ac Attributis.

AB essentialibus rerum naturalium principiis, & affectionibus Physicam generalem ordimur, cum universalis isthæc tractatio viam aperiat ad specialia cognoscenda: nam ut observat Volfius in disc. prælim. de phil. in gen. *quæ corporibus vel omnibus, vel diversarum saltem specierum competunt, ea omnia seorsim tractanda sunt: ne ea aliquoties repeti sit necesse: imo si proprietatum communium perspecta fuerit ratio, ex iis subinde in corporibus detegentur, quæ latent.*

Binis igitur partibus constabit præsens dissertatio, prima corpus generatim spectatum, ejusque principia à variis sectis statuta, altera generales, ac primarias ejusdem affectiones, ea, qua fieri poterit, brevitate explicabit.

PARS I.

De Principiis intrinsecis Corporum.

ARTICULUS I.

De natura, principiis, & affectionibus corporum generatim.

1. SIcut existentiam corporum non nisi ope sensuum, ita eodem cognoscimus subsidio varias ejusdem affectiones, seu proprietates duplicis generis: nam quædam omnibus sunt communes corporibus, ut ab iis nulla

nulla arte aufferri possint, vocanturque *attributa*, aliæ aliquando tantum, & singularibus conveniunt, ita ut abesse possint, & appellantur *qualitates*. Inter attributa, nonnulla sunt indubia, ut extensio, divisibilitas, figura, impenetrabilitas, mobilitas &c. alia dubia non omnibus agnita, ut vis inertiæ, attractionis &c. qualitates corporum sunt sapor, odor, sonus, calor, frigus, color &c. de quibus suo loco agetur.

Porro si cujusque seu attributi, seu qualitatis idea expendatur, subjectum aliquod esse reperietur, quod sit illius velut substratum, seu fulcimentum: nam attributum aliquod e. g. extensionem concipere non possumus, nisi subjectum, vel rem extensam simul concipiamus, id quidquid sit, *substantia* dicitur, cujus certe ideam claram, & adæquatam non habemus, cum in se sensibus percipi non possit.

Corporis igitur nomine intelligimus substantiam extensam, divisibilem, figuratam, impenetrabilem, mobilem, aliisque universalibus (si forte per sensus innotescunt) notis, seu proprietatibus præditam: nam si cogitamus de nationali charactere, seu essentiali, ut ajunt, corporis conceptu, non melius agere videmur, quam si illius affectiones, proprietates, & sic dicta attributa (in quibus nostra tota cognitio ita versari debet, ut quo plures nobis affectiones sunt exploratæ, eo distinctiorem habeamus substantiæ materialis ideam) expendamus, eaque in examen vocemus, quæ materiæ sensibili soli, omni, & semper ex æquo competunt, eidemque ita inhærent, ac propriæ sunt, ut iis intellectis materialis substantia in certo, determinato, & ab alius substantiæ distincto statu collocetur.

2. Atque ut quædam de generalibus proprietatum corporearum notionibus præmittamus, primo consideranda venit *extensio*, quæ geometrice spectata est quantitas unius, duarum, vel trium extensionem, & physice extensa, est positio elementorum extra elementa in geometrica quavis (quæ quasi basis est physicæ) extensione: entitative igitur extensum illud dicitur, quod plures partes habet ita junctas, ut entitas unius existat

extra entitatem alterius. Iſthanc proprietatem convenire omni corpori ſenſiblli indubium eſt: nam quidquid corporeum utcunque tenue, ac ſubtile ſenſibus noſtris occurrit, extenſum, ſeu cum aliqua mole menſurabili, concipimus.

Porro cum quodvis corpus etiam exile ſua gaudeat magnitudine, cujusque extenſio limites habet ſuperficierum, quæ materiam tali corpori propriam includunt: ordo autem, & commiſſio quam ſuperficies inter ſe habent, *figura* dicitur, quam communem eſſe corporum, quæ ſenſus noſtros non fugiunt, proprietatem nemo dubitat: nam quidquid corporeum eſt, concipimus cum limitibus certis extenſionis, mutanturque figuræ, ſi partes quædam aut adjiciantur, aut demantur, aut transponantur.

Tertio loco conſideranda eſt *impenetrabilitas*, & *ſoliditas* phyſica, quæ eſt illud attributum corporis naturalis, quo hoc occupat locum cum excluſione alterius: nam natura ſua ſolidum, ſeu impenetrabile illud dicitur, quod ita locum occupat, ut naturæ viribus cum altero ejusdem generis ſimul in illo exiſtere nequeat. Oritur hic ſoliditatis conceptus in nobis, quotiescunque corpus digito prementes inſuperabilem tactu reſiſtentiam ſentimus, cujus contrarium experimur ex imagine corporum à ſpeculo cavo reddita, atque in aere pendula, quæ formam, ſeu extenſionem objecti vividiſſimam exhibet, nulla tamen ſoliditate eſt prædita: hinc ſi quis nihil præter ejusmodi imagines unquam vidiſſet, aut tetigiſſet, extenſionis quidem, non item ſoliditatis ideam in animo ſuo teneret. Omnia corpora eſſe ſolida experientia decet: nam viribus noſtris aut plane comprimi non poſſunt, aut ad certum duntaxat terminum: de firmis corporibus dubitari non poteſt, fluida vero in vaſculis incluſa, ac preſſa eandem reſiſtentiam oſtendunt ne quidem aere, molliſſimo ceteroquin, excepto, qui in antlia pneumatica comprimi quidem aliquantum poteſt, ſed ſatis compreſſus æque reſiſtit ac metallum ſolidiſſimum.

3. *Divi-*

3. *Divisibilitatem*, & *mobilitatem* discimus sensu, & experimentis, corpus, seu sit parvum, seu magnum, mobile esse, seu posse ab uno ad alterum locum trasferri docent exempla motuum passim obvia, illud in partes minutissimas tam artis, quam naturæ ope resolvi posse ostendunt observationes, & tentamina physicorum suo loco adferenda, hoc duntaxat notandum est utramque hanc proprietatem non aliunde a nobis cognosci, quam observatione sensuum.

Ac inprimis quidem divisibilitatem esse absolutum corporis naturalis attributum, nondum evidenter constat: competit ea quidem corporibus majoribus, seu compositis, ut experientia docet, an vero minimæ partes, seu elementa ulterius dividi possint, prorsus incertum est, certe observationibus alibi memorandis, & à cl. Muschenbrœck c. 2. elem. physs. allatis probabilius deducitur in omni divisione deveniri ad certos usque terminos, *unitates naturæ*, *atomos*, *elementa*, seu corpuscula insectilia determinatæ figuræ, & magnitudinis in creatione rerum a liberrima Dei voluntate ipsis tributæ: quod mobilitatem attinet, ea non nisi à posteriori colligitur: nam concipe te esse ignarum omnium ad motum spectantium phænomenorum, constitutumque in primo velut naturæ statu omnem mutationem præcedente, atque cum omnimoda quiete conjuncto, putabisne te habiturum mobilitatis conceptum? ignarus enim intimæ substantiæ corporis, primorum principiorum, atque adeo radicis proprietatum corporearum deprehendes nihil, quod inferat mobilitatem, excludatque oppositam immobilitatem.

4. Sollicite quæsitum est à philosophis, quisnam sit essentialis charactar, seu ratio formalis corporis physici, quæ ejusdem naturam efficeret? quærere autem rationem formalem perinde est ac quærere, quodnam ex omnibus attributis (quæ corpori insunt) sit ita primum, seu basis, ac fundamentum, ut ex eo velut ex radice cetera omnia deriventur, ac per illud à priori demonstrentur? nam illud attributum est character rationalis rei, per quod res ipsa constituitur, atque à

ceteris

ceteris omnibus distinguitur. Cartesius p. 2. princip. N. 4 docet naturam corporis consistere in actuali extensione, ut adeo corpus optime concipiatur, ut *res extensa in longum, latum, & profundum*, alii cum Gassendo constituunt naturam corporis in extensione solida, seu impenetrabilitate, nam corpus ait citat. author. sect. 1. phys. l. 3. c. 6. *primario concipitur, quod (secus quam inane, cui opponitur) & solidum est, & resistendi proinde capax.*

5. Qua in re censeo naturam corpoream non recte explicari per ullam ex allatis proprietatibus tanquam attributum primum, atque adeo corpus non esse ens extensum, impenetrabile, vel solide extensum *tantum*. sed in ejus idea omnes universales proprietates notas esse exprimendas, ita ut dicatur *substantia natura sua impenetrabilis, extensa, divisibilis, atque apta ad figuram quamvis recipiendam &c.* nam neque ex extensione, neque impenetrabilitate inferri possunt reliqua, quod tamen requiri diximus ad notionalem rei conceptum.

Ac inprimis sola extensio essentiam materiæ non absolvit, cum illa latius pateat, quam natura materiæ, utpote quæ etiam in conceptu spatii omni materia vacui, & immobilis reperitur, uti & in corpore mathematico concipitur: binæ nempe sunt extensionis species, una repletiva, impenetrabilis, mobilis, & materiæ propria, altera penetrabilis, immobilis, ad recipiendum habilis, quæ in omni spatio materia vacuo concipitur: at vero duo penitus diversa eandem naturam possidere non possunt. Certe extensio rite expensa nihil aliud menti ingerit, quam diffusionem quandam, seu continuam repetitionem alicujus communis substantiæ per plura coexistentia, hinc non exprimit, sed præsupponit naturam corpoream, quæ sic diffusa est quid extensione anterius. Quod si extensio entitative sumitur pro positione elementorum extra elementa, hoc fundatur in ipsa impenetrabilitate, ita ut non tam soliditas in extensione, quam ista in subjecto solido impenetrabili concipiatur; nam partes extra se invicem positæ, quæ

exten-

extensionem nobis exhibent, prius intelligi debent solidæ, ac impenetrabiles. Deinde ex impenetrabilitate non deducuntur proprietates aliæ: nam licet concipias extensum corporeum, non tamen sequitur illud esse divisibile: quam enim adferes repugnantiam, cur non possit idem corpus etsi indivisibile instar spiritus diversis locis respondere? Sed neque impenetrabile hoc ipso est mobile, seu capax determinationis passivæ ad motum: nam rursus ut ex impenetrabilitate inferatur mobilitas, satis non est, ut nihil sit in corpore, quod fundet immobilitatem, seu determinationem ad certum locum, sed requiritur etiam, ut excludatur: jam vero vi impenetrabilitatis corpus quidem capax est recipiendæ determinationis ad motum, si nulla adsit proprietas fundans immobilitatem, non tamen sequitur nullam ejusmodi proprietatem adesse, cum in idea impenetrabilitatis neque reluceat oppositio cum determinatione ad certum locum, neque connexio cum ejusdem carentia, ut adeo ignorantes naturam corporis, cujus externum duntaxat corticem percipimus, ejusdem præcipuas proprietates à posteriori duntaxat, seu ex phænomenis cognoscamus.

6. Neque opponas 1. formalem rationem corporis positam esse in naturalis exigentia occupandi locum impenetrabiliter, cum iste conceptus sit ita proprius corpori, ut conveniat omni, & soli, illudque a spiritu secernat. R. enim ad conceptum essentialem in rigore sumptum satis non esse, ut omni, & soli rei competat, sed requiri insuper, ut sit radix omnium proprietatum, & affectionum, ex qua illa pendeant, & unde earum ratio reddi possit: jam vero ex impenetrabilitate non inferri necessario divisibilitatem, & mobilitatem, rationes supra allatæ ostendunt.

Neque 2. ex extensione solida sequi divisibilitatem, cum in omni extenso designari possint diversa puncta, latera, & superficies: R. enim, etiamsi puncta extensi sint mathematice seu quo ad respectum ad diversa loca diversa, non tamen physice, seu quo ad entitatem, cum nulla sit repugnantia, ut iisdem punctis,

super-

ſuperficiebus in diverſis locis deſignatis reſpondeat, unde ex extenſione tam parum infertur diviſibilitas, quam ex occupatione ſpatii extenſi in ſpiritu facta.

Neque 3. vi impenetrabilitatis corpus reddi capax determinationis paſſivæ, adeoque mobile, cum inconceptibilis ſit impactus unius impenetrabilis in aliud, quin ſimul intelligatur communicatio motus cum altero. R. enim, vi ſolius impenetrabilitatis neque inferri communicationem motus in caſu impactus, neque ejusdem extinctionem, cum ex dictis in idea impenetrabilitatis neque reluceat oppoſitio cum determinatione ad certum locum, neque connexio cum ejusdem carentia, quod autem in tali impactu vel eſſe debeat extinctio, vel communicatio motus, id effectus eſt vel immobilitatis, vel ejusdem carentiæ, quorum alterutrum adeſſe debet, cum impenetrabile neceſſario vel mobile ſit, vel immobile.

7. Expoſitis iis, quæ corpori generatim conveniunt, affectionibus, pauca veniunt adnotanda de eſſentialibus ejusdem principiis, quæ dicuntur ea, ex quibus corpus eſſentialiter componitur, ſuntque vel primaria, vel ſecundaria: illa ſunt, ex quibus ipſum corpus ita conſtituitur, ut ea ſimul ex aliis, in quæ reſolvi poſſint, minime componantur: nam ut olim in Timæo dixerat Palto: *principii nulla eſt origo: nam ex principio oriuntur omnia, ipſum autem nulla alia ex re naſci poteſt, neque enim eſſet id principium, quod aliunde progigneretur.* Principia ſecundaria ea vocantur, quæ quidem conſtituunt corpus naturale, ſed & ipſa ex aliis coaleſcunt.

Rurſus intrinſeca rerum principia vel *metaphyſica* ſunt, vel *mechanica*, vel *ſenſibilia.* Metaphyſica dicuntur, quæ rerum metaphyſicarum inſtar neque ſenſu, neque imaginatione, ſed intellectu dumtaxat attingi poſſunt. Mechanica principia ſunt, quæ ita compoſitum naturale conſtituunt, ut omnes ſenſibiles illius proprietates, atque operationes ex magnitudine partium, figura, motu, & ſitu proveniant; nam his principiis poſitis compoſitum ſe habet velut machina quædam

dam artificioſe elaborata, ejusque operationes (perinde ac functiones machinarum) ex partium ſtructura, ac motu derivantur. *Mechanice de rebus in mundo aſpectabili exiſtentibus philoſophatur* (inquit Volfius Coſmol. §. 75.) *qui mutationes, quæ ipſis accidunt, ex earum ſtructuris, texturis, ac mixtionibus, ſeu ex modo compoſitionis ſecundum regulas motus intelligibili modo explicat: nam is rationem redditurus mutationum, quæ ipſis accidunt, eas tanquam machinas conſiderat, conſequenter mutationes illarum eodem modo explicat, quo machinarum operationes explicare ſolemus.* Senſibilia demum rerum principia ea dicuntur, quæ ita res ipſas conſtituunt, ut ſeparari re ipſa à ſe mutuo poſſit, ſenſuumque miniſterio diſcerni.

8. Porro ut ea, quæ inter omnes cujusque ſectæ extra controverſiam ſunt, præmittantur, certum eſt primo, nullum agens creatum poſſe quidquam efficere niſi a ſubjecto præexiſtente, cum ex dictis in ontologia productio rei ex nihilo ſui, & ſubjecti creatio ſit ſoli Deo propria. Certum 2. eſt nullum agens creatum poſſe compoſitum aliquod ita deſtruere, ut illius penitus nihil relinquatur: hæc enim deſtructio annihilatio eſt non ſecus atque creatio vim agentis creati excedens. Certum eſt 3. dari per actionem agentis creati mutationem unius compoſiti naturalis in aliud ſubſtantialiter diverſum; evidens enim eſt cibum, (ut omittam alia ſuis locis adferenda) mutari in chylum, hunc in ſanguinem, iſtum in carnem, oſſa, nervos, aliasque corporis organici partes, cum illud dicatur mutari ſubſtantialiter, quod ita in aliud convertitur, nihil ut ſenſibile remaneat, ex quo utrumque eſſentialiter componitur.

Ex quo ſequitur rurſus, quodcunque naturale compoſitum, quod naturæ viribus produci, & deſtrui poteſt, conſtare duplici principio, materia, & forma, quorum alterum determinativum eſt, alterum determinabile. Probatur inprimis quo ad Subjectum, ſeu principium determinabile: datur naturæ viribus mutatio unius compoſiti naturalis in aliud ſubſtantialiter diver-

ſum:

ſum : certum eſt autem, neque compoſitum, quod mutatur, ita perire, ut prorſus in nihilum abeat, neque compoſitum, quod in illa mutatione fit, ita fieri, ut penitus ex nihilo fiat: exiſtit igitur aliquid, ex quo præexiſtente ita fiunt omnia, ut illis æque ſit commune, atque adeo datur principium determinabile, ſeu materia.

Probatur modo quo ad principium determinativum hoc modo: compoſita naturalia ſubſtantialiter inter ſe differunt; non differunt autem per id, quod eſt omnibus ex æquo commune, atque adeo per principium determinabile: ergo per principium ab illo prorſus diverſum: igitur præter materiam in quolibet naturali compoſito admittenda eſt forma; ſeu ratio formalis, cur unum ſubſtantialiter ab altero differat. Quod porro oſtendi poteſt per analogiam ad artificialia, quæ coaleſcunt ex duplici principio, ex altero, quod ex ſe ad diverſa compoſita eſt indifferens, & ex altero, per quod illa ad certum ſpecifice compoſitum determinantur: ſic ſtatua ex ligno & figura ita conficitur, ut lignum habeat rationem materiæ, & figura rationem formæ: cum igitur ars imitetur naturam, rationi videtur conſonum, ſicut artificialia, ita naturalia compoſita ex duplici hoc principio coaleſcere.

Quæ quidem adeo certa ſunt, ut de exiſtentia horum principiorum nemo vel leviſſime poſſit dubitare, totum igitur negotium in eo eſt: ut oſtendatur, quænam ſit horum principiorum phyſica natura? Scholaſtici hac de re nihil dederunt, materiam, & formam metaphyſice conſideraſſe contenti. Recentiores omiſſis ſubtilitatibus mataphyſicis in eo ſunt toti, ut phyſicam horum principiorum naturam in aperto ponant, quorum diverſa igitur ſyſtemata ſequentibus articulis ſunt expendenda.

ARTI-

ARTICULUS ALTER.

Exponitur systema Atomistarum.

10. FUerunt veterum plurimi, qui sensibilia quæque corpora ex *atomis*, id est corpusculis individuis, ac minutissimis, composita esse censuerunt. Dubium non est, quin isthæc mens fuerit Leucippi, Democriti, & Epicuri (nihil enim est apud istos teste Tullio L. I. q. Tuscul. *quod atomorum turba non conficiat*) existimant tamen alii eandem opinionem ipsis longe esse antiquiorem. Certe Possidonius Stoicus apud Sextum Empyricum atomorum authorem facit Moscum, seu Mochum quendam Phœnicium. Veritati quoque affine est non aliter de physicis rerum principiis sensisse Pythagoram, Platonem, aliosque ne ipso quidem Aristotele excepto, quippe qui, ubi physicum agit, omnia naturæ phænomena per motum corpusculorum explicat: quidquid de hoc sit, atomisticum hoc systema, seu corpuscularem philosophiam pene obsoletam suis velut è cineribus excitavit vir eximius Petrus Gassendus, iisque rejectis, quæ in Deum, ejusque providentiam impie congesserat Epicurus, cetera eruditissimis commentariis, observationibus, ac experimentis illustravit, auxitque, ut adeo novi potius systematis parens dici mereatur.

11. Docet igitur 1. corpora omnia componi ex atomis, seu corpusculis minutissimis quo ad figuram, molem, & motum inter se diversis certoque artificio inter se dispositis, ut adeo materia corporum sint atomi, eorum autem forma nihil diversum à mechanicis ipsorum corpusculorum affectionibus. 2. In explicandis rerum generatione, corruptione, & alteratione non confugit ad ullas formas substantiales, sed ad coagmentationem, dissolutionem, perturbationem atomorum: coagmentatione enim fit generatio, dissolutione corruptio, perturbatione alterario. 3. Sensibiles omnes natura-

turalium corporum qualitates, eorumque materiales actiones explicat ex inæquali corpuſculorum magnitudine, figura, textura, motu aut quiete, ſeu ex affectionibus mechanicis. 4. Ex inæquali atomorum figura oriri dicit vacuum, cum illæ nunquam ita inter ſe committantur, ut non interſtitia vacua intercipiantur. 5. Vacui neceſſitatem tribus potiſſimum rationibus evincere nititur, inprimis quia ſecus motus explicari non poſſet, deinde quia niſi admiſſo vacuo explicari non poſſet rarefactio, ſeu extenſio corporis ad majus ſpatium. Denique quia hinc ratio opportuna ſumitur diverſæ corporum gravitatis, etſi voluminis ſint ejusdem. Plura hujus ſyſtematis capita ſuis locis adferentur. Eandem philoſophiam corpuſcularem inſtaurare adlaboravit Maignanus in *Democrito reviviſcente*, ſeu *vita, & philoſophia Democriti*, quamvis in aliquibus à Gaſſendo diſſentiat: inprimis *inane* Epicureorum non metaphyſicum, ſed vulgare intelligit, nempe pro ſubtiliſſimo corpore, & fluidiſſimo, quale eſt æther, idque plurimis veterum exemplis confirmare nititur. Deinde Gaſſendus non negat atomos habere partes ſaltem tales, quæ intelligi, & deſignari poſſint, itaque quod atomus dividi nequeat, non ejus tribuit ſimplicitati, ſed ſoliditati, & omni interſperſi inani defectui: at vero Maignanus poſt Lucretium omnes ſimplices facit atomos: nam ſi compoſitæ ſint, rerum naturalium elementa eſſe negat, quam opinionem ſecuti quoque ſunt Leibnitius, & Volfius, ut infra videbimus.

12. Compoſita ſenſibilia conſtare ex corpuſculis, quæ non ſubſtantialiter, ſed per mechanicas duntaxat affectiones inter ſe differant, negabat olim Anaxagoras teſte Laertio in ejus vita, unde Lucretius de rerum natura L. 1. v. 835. ita canit:

Oſſa videlicet è pauxillis, atque minutis
Oſſibus: ſic & de pauxillis, atque minutis
Viſceribus viſcus gigni: ſanguemque creari
Sanguinis inter ſe multis coeuntibus guttis:

> Ex aurique putat micis confiftere poffe
> Aurum: & de terris terram concrefcere parvis:
> Ignibus ex ignem, humorem ex humoribus effe:
> Cetera confimili fingit ratione.

Hinc rurfus Lucretius L. cit. ita habet:

> Hoc & Anaxagoras fibi fumit: ut omnibus omnes
> Res putet immixtas rebus latitare, fed illud
> Apparere unum, cujus funt pluria mixta,
> Et magis in promptu, primaque in fronte locata.

Sicut autem fimilitudo componentium particularum cum toto ex illis compofito *homœomeria*, ita omnium in omnibus differminatio *panfpermia* dicebatur. Re tamen ipfa rite perpenfa neminem fore exiftimo, qui non putet Anaxagoræ opinionem a vero prorfus alienam. Nam inprimis non minus abfurdum eft dicere, organa offium ex aliis exilibus offibus effe coagmentata, quum fi diceres horologium majus ex minutiffimis aliis horologiis effe conflatum. Deinde ut alia omittam, vel fimilares illæ particulæ, ex quibus res fenfibiles conftitutæ dicuntur, iis ipfis fenfibilibus qualitatibus funt præditæ, quibus res compofitæ funt affectæ, vel illis prorfus carent: fi primum, cum fenfibiles faltem plurimæ corporum qualitates ex mechanicis corpufculorum componentium affectionibus prodeant, neceffe eft, ut & ipfæ fimilares particulæ ex aliis mechanice affectis conftituantur, atque adeo pro primis rerum principiis haberi non poffint. Sin alterum, totum fenfibile non confurget ex illis particulis tanquam ex partibus ejusdem cum toto naturæ, cum & ipfum totum iis qualitatibus, quibus integrales illius partes deftituuntur, prorfus carere debeat. Hinc alii philofophi opinionem Anaxagoræam ad fimplicia duntaxat corpora reftringunt.

12. Huc revocari poteft opinio Leibnitii de *monadibus* in differtatione anno fuperiore fufius à nobis explicata, uti & Cl. Volfii, qui atomos ftatuit alias *naturæ* feu partium expertes, alias *materiales*, quæ quidem

dem de se sunt divisibiles, quibus tamen dividendis non sufficiunt causæ in rerum natura existentes, ut loquitur Cosmol. §. 180. elementa igitur rerum materialium ait esse *atomos naturæ* ita dissimiles, ut nulla detur substantia simplex in numero elementorum alteri cuidam in eodem numero similis *ibidem* §. 195. hinc Volfii judicio sensibilia corpora constant ex atomis non penes magnitudinem, aut figuram, quippe quæ ipso teste nullæ sunt in atomis naturæ, sed essentialiter dissimilibus.

At enim ut omittamus substantiam entitative extensam ex atomis naturæ, seu ex partibus *inextensis* non posse constitui (id quod in citata dissert. fusius est ostensum) nulla certe necessitas apparet statuendi atomos naturæ intrinsecus dissimiles: nam ipse author fatetur *ibidem in not. nullam in corporibus mutationem contingere posse, nisi quo ad figuram, situm, & locum partium, adeo ut non mutentur, nisi figuræ, magnitudines, ac situs partium, dum qualitates sensibiles velut colores, odores, sapores mutantur:* si igitur particulæ ejusdem naturæ penes mechanicas affectiones inter se differre possunt, certe necessaria non est in atomis naturæ essentialis dissimilitudo, ut ex earum conjunctione fieri possint atomi materiales inæqualis molis; ac figuræ, quæ sint ejusmodi, ut ex illis constitui possint corpora, quorum sensibiles qualitates sint inter se diversæ, prout opus est, ut ipsa corpora inter se differre dicantur. Neque quidquam probare videtur ratio Volfii pro essentiali dissimilitudine allata, quæ in eo est, *ut si prima rerum elementa ponantur similia, unum alteri possit substitui salvis compositis, quæ ingrediuntur, adeoque nulla amplius sit ratio sufficiens, cur unum potius in uno composito, & alterum in altero constituatur*, ut loquitur rursus *Cosmol.* 195. Nam licet admissa substantiali elementorum similitudine nulla sit ratio sufficiens intrinseca, cur ex illorum uno unum potius, quam aliud compositum specie diversum sit constitutum, datur tamen ratio sufficiens extrinseca, cur ita factum sit, liberrima nempe divini opificis voluntas. Et certe ipso

Volfio

Volfio teſte non unum eſt, cujus alia non datur ratio ſufficiens, niſi voluntas illius, qui in numero, pondere, & menſura omnia conſtituit: ratio enim ſufficiens nulla dari poteſt, cur figura atomo materiali inſit, *quoniam in ea nihil ſupponitur, unde intelligatur, cur ea ipſi potius figura conveniat, vel convenire queat, quam altera* ſi igitur aliquid in mundo re ipſa exiſtit, ut cur exiſtat potius, quam non exiſtat, nulla detur ratio ſufficiens intrinſeca, ſed extrinſeca duntaxat, nulla certe videtur repugnantia, cur atomi naturæ inter ſe quo ad ſubſtantiam omnino ſimiles haberi non poſſint.

ARTICULUS III.

De Syſtematibus Carteſii, & Nevtoni.

14. REnatus Des Cartes nobilis Gallus, cujus ſane ductu univerſa Europa ad accuratius, & ſanius philoſophandum eſt excitata, novam molitus eſt coſmogoniam, novumque ſyſtema ſtatuit, quod partim convenit, partim diſcrepat ab Epicureo. In eo convenit Carteſio cum Gaſſendo, quod uterque principia mechanica adhibeat ad phænomena naturæ explicanda, diſſentiunt vero tripliciter: ille materiam in partes ſemper minores abire, hic eandem ex atomis inſectilibus conſtare aſſerit, ille omnem materiam contendit inertem, ſeu viribus activis deſtitutam, hic actuoſas eſſe atomos, & in perpetuo ſemper niſu verſari exiſtimat, ille denique Epicurei vacui juratus hoſtis illud nec eſſe uſpiam, nec concipi poſſe contendebat: cum enim naturam materiæ in triplici extenſione ſtatuerit, nihil, niſi corpora, intelligebat tripliciter dimenſum, vacuum igitur aut corpus eſſe, quidem extenſum eſt, aut ſimpliciter non eſſe, ſi extenſione careat, exiſtimabat, ut adeo una, eademque res Carteſio ſint *quantitas, extenſio, materia, corpus.*

15. Coſmogoniam ſuam ſtruit hoc modo Carteſius. 1. Supponit Deum initio rerum creaſſe materiam quan-

dam extenſam, continuam ac indiviſam, eam poſtea diviſiſſe in partes æquales fere cubicas. 2. His impreſſiſſe motum duplicem, unum, quo quævis particula circa ſe ipſam celerrime volveretur velut turbo luſorius, alterum, quo omnes particulæ ad magnam aliquam portionem pertinentes ſimul moverentur circa centrum commune non aliter, ac ſi aquam in pelvi baculo circumagas; ingentes has portiones vocat Carteſius *vortices*, quos tot eſſe aſſerit, quot in cælo ſunt ſtellæ. 3. Docet motu priore angulos cubicarum partium eſſe confractos, indeque orta tria univerſi elementa *ſubſtantiam ſubtilem & igneam*, *globoſam*, *& æthéream*, *craſſam & terreſtrem*, altero autem motu tot eſſe enatos vortices, quot conſtituta ſunt centra communia. 4. In circumactis vorticibus *ſubtilem* materiam centrum potiſſimum occupaſſe, *rotundam* atmoſphæram, *craſſam* vel eſſe interpoſitam, vel ad extremam ſuperficiem delatam, unde factum, ut vorticum omnium centra totidem ſint ſoles ardentes. 5. Ex materia craſſa cruſtam quandam firmiorem induente ortos eſſe planetas, quorum vortices tardiores abſorpti ſunt à grandiore aliquo vortice, ut à Saturno ſaturnales, à Jove joviales, à tellure Lunam, ſed tamen grandiores iſtos eſſe deglutitos à maximo aliquo, ut ſexdecim noſtros à ſole, ab alia quapiam fixarum fortaſſis alios.

16. Quæ ſub initium Coſmogonia ab ipſo Carteſio pro fabula fuit habita, ea tandem apud Carteſianos in hiſtoriam abiit, ut adeo plurima ex iſta hypotheſi pro univerſa phyſica fuerint deducta. Pauca attingam. 1. Gravitatem motuum terreſtrium repetunt Carteſiani à motu vorticoſo materiæ cœleſtis, quæ premat corpora verſus centrum: cum enim omnes materiæ partes conentur recedere à centro vorticis, illæ quæ recedant vehementius, tardiores premunt deorſum. 2. Lumen explicant per preſſionem materiæ ſubtilis, ſeu conatu illo, quo materia primi elementi in gyrum acta nititur à centro ſui vorticis per lineas rectas recedere, hoc conatu premit undique globulos

per

per totam vorticis longitudinem diffuſos, hi propulſi agitant fibrillas nervi optici, unde ſequitur perceptio objecti. 3. Ex particulis alias eſſe dicunt, quæ induant figuram *cochlearem*, quarum ingens copia in vortice telluris feratur a borea verſus meridiem, ex qua materia velut magnetica derivant phænomena magnetis. Denique Oceani fluxum, refluxumque adſcribunt tam fluido telluris vortici, quam ipſi Lunæ motui. Dum enim inter Lunam & tellurem materia cœleſtis fluit, ab illa quaſi compreſſa urgentur corpora terreſtria præprimis aqua, inde fluxus marinus; at recedente hinc Luna, motaque tellure liberius vagatur cœleſtis materia, proprioque reniſu refluunt aquæ, hinc refluxus Oceani.

Incredibilem ipſa novitate ſua, ut fieri ſolet, plauſum obtinuit Carteſiana hæc philoſophandi ratio, nulluſque erat in Republica Litteraria locus, quo Carteſii dogmata non celebrarentur: at vero eximii hujus viri nomini multum detraxit effuſa nimium fingendi licentia, hinc major ingenii, quam genuinæ doctrinæ laus relicta, ut adeo *Carteſianiſmus* tandem ceſſerit *Nevtonianiſmo*.

17. Nevtonus quippe Anglus (quo dicunt neminem aut ingenio plus valuiſſe, aut judicio fuiſſe æquiore, aut meditatione, ſtudioque exercitatiorem) ad doctrinam ſuam abſtraxit, quidquid fere philoſophorum in ſeptemtrione erat. Inter præcipuas philoſophandi leges hanc ſibi conſtituit, *cauſas rerum naturalium non plures admitti debere, quam quæ & veræ ſint, & earum phænomenis explicandis ſufficiant*, qua [illegible], inde ratione Carteſianorum hypotheſes ex republica philoſophica [illegible]. [illegible] quid de principiis rerum ſenſibilium ſenſerit, ipſis Nevtoni verbis palam faciam.

„ Illud mihi videtur ſimillimum ve[illegible] inquit „ author *in opt. q. 31.*) Deum optimum maximum „ in principio rerum materiam ita formaſſe, ut primi„ geniæ ejus particulæ, [illegible] „ omnis corporea natura, [illegible],

,, impenetrabiles , & mobiles , iis magnitudinibus ,
,, & figuris , iisque inſuper proprietatibus , eoque nu-
,, mero , & quantitate pro ratione ſpatii , in quo futu-
,, rum erat , ut moverentur , quo poſſent ad eos fines ,
,, ad quos formatæ fuerant , optime deduci : quæ porro
,, particulæ primigeniæ quippe plane ſolidæ longe du-
,, riores ſunt , quam ulla corpora ex iis compoſita , imo
,, tam perfecte duræ , ut nec deteri poſſint unquam ,
,, nec comminui , nec adeo ulla in conſueto naturæ cur-
,, ſu vis ſit , quæ id in plures partes dividere queat ,
,, quod Deus ipſe in prima rerum creatione unum fe-
,, cerit : tamdiu dum particulæ illæ integræ permanent ,
,, poterunt ſane per omnia ſæcula ex iis compoſita eſſe
,, corpora ejusdem ſemper naturæ , & texturæ , verum
,, ſi illæ deteri , aut comminui poſſent , futurum ſane
,, eſſet , ut rerum natura , quæ ex iis pendet , immu-
,, taretur , aqua , & terra ex particulis imminutis , &
,, detritis particularumque fragminibus compoſitæ non
,, utique eandem hodie naturam , texturamque habe-
,, rent , ac aqua , & terra in principio ex particulis
,, integris compoſitæ , quare ut rerum natura poſſit du-
,, rare , exiſtimandum eſt , corporum omnium muta-
,, tiones in variis ſolummodo temperationibus , novis-
,, que conjunctionibus , & motibus durabilium illarum
,, particularum conſiſtere : nam corpora compoſita dis-
,, rumpuntur non particularum ipſarum ſolidarum
,, fracturâ , ſed ſeparatione earum , qua parte com-
,, miſſuris inter ſe junctæ erant , & paucis tantum in
,, punctis inter ſe contingebant. Porro videntur mi-
,, hi hæ particulæ primigeniæ non modo in ſe vim
,, inertiæ habere , motuſque leges paſſivas illas , quæ
,, ex vi iſta neceſſario oriuntur , verum etiam motum
,, perpetuo accipere a certis principiis actuoſis : qua-
,, lia nimirum ſunt gravitas , & cauſa fermentationis ,
,, & cohærentiæ corporum. Atque hæc quidem prin-
,, cipia conſidero non ut occultas qualitates , quæ ex
,, ſpecificis rerum formis oriri fingantur , ſed ut uni-
,, verſales naturæ leges , quibus res ipſæ ſunt formatæ :
,, quippe principia quidem talia re vera exiſtere oſten-

,,dunt

„ dunt phænomena naturæ, licet ipsorum causæ quæ „ sint, nondum explicatum. Ita Nevt. loco cit.

18. Inter præcipuas Nevtoniani systematis delicias est *attractio*, quo nomine intelligunt actionem quandam, propter quam corpora accedunt, sicut per vim attractricem significant principium, seu causam illius actionis, quæ per vires corporum ordinarias pressionem nempe & percussionem explicari nequeat. Attractionem hanc (quam alio nomine *vim centripetam* vocant) universalem esse, mutuamque, & magnorum corporum, & minimarum materiæ particularum contendunt, ita ut non planetæ solem tantum, sed & sol planetas, singulæ planetarum, solisque partes singulas attrahant, aut in singulas gravitent. Ex hujus centripetæ cum centrifuga attemperatione toti universo ordinem servari suum censent: cum enim planetæ circa solem tanquam centrum suum agantur, in id gravitant, atque adeo vi centripeta in illud aguntur: at si hac sola vi impellerentur, omnino cum sole jungerentur: vi ergo centrifuga ab illo removentur. Verum de hoc alibi fusius agemus rem tantum insinuasse contenti.

Ex quibus omnibus facile perspicitur longe à Cartesii indole diffidere Nevtonem, ut patebit amplius allata inter utriusque philosophi dogmata comparatione: primigeniæ corporum particulæ friabiles erant Cartesianis; duræ, ac solidæ, ut nullis naturæ viribus frangi possint, Nevtonianis: corpora telluris erant Cartesio levia, id est centrifuga, Nevtono gravia, seu centripeta: motus astrorum per vortices fiebat in secta Cartesiana, viribus centripetis, ac centrifugis in Nevtoniana: ibi motus omnes pulsione, hic eorundem pars major attractione explicati: Magnes vi materiæ striatæ impellitur ad ferrum, si Cartesianis credimus, à principio attrahente rapitur ex sententia Nevtonianorum. Oceani ibi fluxus cœlestis efficit materia per arctiorem locum transiens, hic attractione Lunæ elevantur aquæ, paucis: nihil nisi vagas, incertasque hypotheses statuit Cartesius, nihil, nisi quod aut experimenta

rimenta, aut rationes demonstrant, adoptat Nevtonus, inde factum est, ut ex potiore Europæ parte ejiceretur conjecturalis illa physica, statueretturque eclectica eaque modestior, ac certior.

19. Dum commemoro sectam *electicam*, cum Fortunato a Brixia (ut habet *in* [illegible] *Phys.*) eclecticos philosophos eos intelligo, qui *nullius addicti jurare in verba* [illegible] *tri* non rejiciunt promiscue, quæcunque ab aliis sectis, earumque capitibus inventa sunt, nec unius ducis authoritate ita commoventur, ut ejus effata, & dicteria promiscue probent, defendantque omnia, sed humani ingenii imbecillitatem agnoscentes (quæ ab uno, aut paucis quibusdam hominibus omnes naturæ ab[illegible] exhauriri nunquam patiatur) ab aliis quoque v[illegible] ex parte pervideri posse, junctisque viribus, & [illegible]mmunicato consilio scientias augendas, & stabiliendas esse sibi persuadent, ideoque quæ quemcunque doctorum, cuicunque etiam sectæ alias addictum, præ ceteris in hoc, aut isto genere verius, aut vero saltem similius statuisse, aut circumspectius observasse, aut rectius arguisse pervident, ea seligunt, ac probant, neglectis, aut rejectis modeste ceteris: de suo porro quantum vel experiendo, vel argumentando possunt, subinde addunt, in his omnibus non temere agentes quidquam, sed vocata ubique in consilium recta ratione, liberoque, ac defæcato mentis judicio, quippe quod nec amoris ergo magistros, eorumque dogmata singularia, qualia nulla habent, cœcus impetus, nec odium ergo diversa sentientes (quod locum, ubi ille exulat, nullum invenit) abripere, aut à veri [illegible] posset. Denique in perscrutatione [illegible] sancta est philosophis eclecticis, ut ex [illegible] observationibus cuncta deducant, eaque [illegible] experimentis accuratissimis. Cum enim [illegible] sint *revelationes naturales*, [illegible] naturæ leges manifestantur, [illegible] hac via investigari posse naturam, ejusque arcana hac tantum clave reserari.

ARTI-

ARTICULUS QUARTUS.

Explicantur systemata Elementaria.

26. OBscuritas in explicanda rerum natura reperta philosophos alios impulit, ut ea duntaxat, quæ sensibus ipsis forent subjecta, scrutarentur rerum principia. Hinc orta fuit varia systemata, cum alii unum, alii plura statuerent elementa. Principium omnium rerum *aquam* dixit Thales Milesius, eo quod videret omnia fere in vapores abire, inde formari pluvias, rorem, crescere plantas, nutriri animalia; hinc illud Homeri:

Oceanus cunctis præbet primordia rebus.

Huic opinioni postremis hisce sæculis accessit Helmontius Bruxellensis celebris Chemicus, cujus effatum est: *alios cremare per ignem, se vero per aquam.* Sententiam suam probavit sequenti experimento: ducentas libras terræ, ex qua prius salem extraxerat, vase conclusit addito operculo ferreo foraminibus pertuso, ne quid aliud præter solam pluviam accederet: huic terræ implantavit salicem 5. librarum, qui suis radicibus in eam arborem adolevit, ut post quinquennium, non computatis foliis per annum decidentibus, 164. libras appenderet, etsi terra ex 200. illis libris vix duas uncias amisisset, ex quo inferebat arborem ex sola aqua pluvia id incrementi cepisse.

Anaximenes, & Diogenes Apolloniates hanc prærogativam adjudicarunt *aeri*, Heraclitus Ephesius *igni*, pro *terra* stabat tanquam fœcundissima rerum omnium matre Pherecydes, & Xenophanes juxta illud:

Omnia de terra, & in terram cuncta revertunt.

Huc revocari potest Digbeus nobilis Anglus, qui statuit materiam omnium rerum homogeneam, atque per

per binas illius affectiones, raritatem nempe & densitatem, corporum œconomiam explicat, ita ut eadem specifice materia sub densitate maxima sit terra, sub minore aqua, sub raritate maxima ignis, & sub minore aer, quorum elementorum ope per variam commixtionem putat componi, quidquid sensibus est obvium.

21. Alii largius duo elementa admiserunt ut Parmenides, Euripides, Archelaus Atheniensis, qui ignem & terram, seu calidum, & frigidum propugnârunt. His consenserunt multi nostri temporis, ac præsertim (ut videre est in *historia Academ. Berolin.*) Ellerus Acad. Berol. qui *aquam* pro passivo principio (ex quo aer, & terra fiant) *ignem* pro activo statuit, pro opinione, sua solidiora longe (quam Helmontius,) exempla adferens: sed isthæc ad specialem de aqua tractionem pertinent.

22. Primus omnium Empedocles quatuor statuit rerum elementa, ignem, aerem, aquam, ac terram, ductus fortassis experientia vulgari, qua constat corpora e. g. in combustione ligni abire in 4. elementa, ubi partes igneæ in flammam emicant; aereæ in fumum abeunt, humores exstillant, cineres denique, seu terra remanent.

Dictis 4. elementis alii veterum quintum adiecerunt, substantiam nempe ætheream, subtilissimam, mobilissimam, atque ab aere prorsus diversam, per universum diffusam, quæ omnia nostra elementa pervadat juxta illud Pœtæ.

Spiritus intus alit, totumque infusa per Orbem.
Vis agitat molem, & magno se corpore miscet.

Et certe (ut alibi dicemus) subtilioris alicujus substantiæ existentiam plurimæ corporum affectiones exigunt, nempe fluiditas, raritas, vis elastica aeris, natura ignis, caloris, & luminis, horumque per spaspacium aere vacuum transitus, aliaque miranda naturæ phænomena, quamvis varii variam huic materiæ constitutionem tribuant, ita ut cum De Lanis *Mag. Nat. & art.*

& art. T. 2. l. 8. prop. 31. eandem dicant ſubtiliſſimam, perfecte fluidam, nullius figuræ tenacem, omnisque capacem, per omnia diffuſam, ſine omni interruptione continuatam, cujus partes non ſint ſolidæ, aut certa figura præditæ, ſed contiguæ, ſemperque tenuiores, cujus proinde ope omne vacuum excludatur.

23. Vetus Empedoclis ſyſtema excitavit Vir de Republica litteraria meritiſſimus Honoratus Fabri e. S. J. qui pleraque, quæ de materia, & forma corporum ex commentariis Ariſtotelis depromuntur, ſuæ ſententiæ applicat. Pro materia rerum ſenſibilium ſtatuit *minima phyſica elementaria*, hoc eſt particulas elementares igneas, terreas, aqueas, & aereas, ita ut in ipſis elementis ſimiles cum ſimilibus e. g. in inge particulæ igneæ ſint conjunctæ, in mixtis vero corporibus e. g. metallis diverſæ partes varia doſi, & plexu miſceantur, quæ mixtio tunc accidere dicitur, quando dictæ partes ita alterantur, ut longe aliam ſenſibilem obtineant activitatem, indeque novum ens ſenſibile exiſtat. Hujus mixtionis inſtrumenta ſunt calor, humor, frigus, motus &c. Calor quidem rarefaciendo, ſeparando, reſolvendo, humor aperiendo, diluendo, & ſubigendo frigus indurando, ſtringendo, motus miſcendo, & agitando.

Porro formas mixtorum vitæ expertium docet non eſſe diſtinctas niſi modaliter à minimis elementaribus, ita ut ex diverſo illorum plexu, doſi, ac textura oriantur, cum hac ſola combinatione obtineatur mixtum determinatæ ſpeciei. En exemplum! deſtilla vitriolum in furno reverberii, educésque primum phlegma inſipidum, dein liquorem admodum acetoſum, remanente in fundo terra ruboris purpurei, unde diſſoluto partium plexu vitriolum non erit; age vero, & liquores extractos terræ relictæ affunde, vitriolumque coloris, & ſaporis ejusdem reſtitutum videbis. Certe innumera alia experimenra paſſim obvia ostendunt ex ſola diſpoſitionis, & mixturæ diverſitate diverſa corpora effici. Lactis forma tamdiu ſibi constat, quamdiu pingues, oleoſæque particulæ cum ſeroſis ſunt

mixtæ

mixtæ facta separatione, inductoque alio ordine mixtum aliud butyri, casei, seri prodit. Ex granis tritici comminutis fit farina, ex hac aquæ permixta, & in clibano cocta panis, ex hoc in ventriculo, & venis lacteis in chylum digesto sanguis, caro &c. ut prætercam alia quibus Fabriani ostendunt diversum partium nexum corpora in diverso statu constituere. Videri hac de re potest Sturmius *L.* 1. *Phys. Eclect. sect.* 1.

24. Hinc Fabriani formas alias dicunt essentiales, aliasque accidentales: illæ sunt ipsi modi, vel complexus plurium, qui corpora in certa specie constituunt, certum illis nomen conciliant, & ad certum cujusvis finem disponunt, ita ut salva tali essentia ab illis separari non possint, ut est motus in igne, in auro densitas, gravitas, ductilitas &c. hac forma pereunte contingit mutatio substantialis. Formæ accidentariæ dicuntur modi quidam, aut accidentia, quæ speciem subjecti non mutant, sed salva essentia, & nomine specifico possint adesse, vel abesse, ut calor, vel frigus in aqua, asperitas, & lævitas in ferro, aut lapide.

Neque hujus systematis patronis opponi potest à scholasticis (qui voluerunt formas corporum entitative esse substantias) hoc modo nullam fieri mutationem in natura essentialem, cum omnes formæ modales in se sint accidentariæ: nam etsi tales sint relate ad minima elementaria (ex quibus corpus consurgit) ejusmodi tamen non sunt relate ad corpora, quibus ita sunt propriæ, ut iis sublatis talia corpora esse desinant: unde iis ablatis non immerito dici potest fieri mutatio essentialis, ut si lignum ignis ope transit in fumum, hic in fuliginem, si vinum aceti formam induit, nomenque mutat; si in corpore animali cibi sumpti, ac motu organorum ita mutantur, ut tandem partes ipsorum præparatæ, extenuatæ, aliis in consortio, variaque rursus ratione consociatæ formam carnis, membranæ, cartilaginis, ossis, pili &c. induant, sicque aliud nomen sortiantur. Verum hic in loquendi modo alio jam arbitrario diutius immorari non vacat.

ARTI-

ARTICULUS QUINTUS.

Explicatur Syſtema Chemicum.

25. CHemici, Hermetici, ſeu Spagyrici dicuntur, qui ad penitiorem rerum naturalium cognitionem in analyſi corporum ope ignis potiſſimum ſunt occupati, quibus operationibus miros rerum conſenſus, & diſſenſus, plurimosque effectus aliis occultos detegunt, ac manifeſtant, hinc *Chemia* definitur a Boerhaveo inter Recent: facile principe: *ars docens exercere certas phyſicas operationes, quibus corpora ſenſibus patula vel patefacienda per propria inſtrumenta ita mutentur, ut definiti, & ſingulares quidam effectus producti innoteſcant, horumque cauſæ per effecta pateant in diverſo diverſarum artium uſu.* Objectum hujus artis eſt omne corpus ſenſibile, dividiturque in 3. Claſſes, ſeu, ut ajunt, regna, vegetabile, animale, & minerale: primum omnia vegetabilia, alterum animalia, tertium foſſilia omnia ſeu ſic dicta mineralia complectitur.

Quamvis autem artem ſuam amplius, quam credi poſſit, extendant Alchimiſtæ, dum eam jactant ſcientiam rerum abditiſſimarum, inexplicabilium, ſolis Adeptis reſervatam, purgandi non ſolum metalla, & convertendi vilia in pretioſa, ſed conficiendi (clam dicunt) *opus naturæ magnum* profanis occultandum, ſubſidium univerſale, quo vires hominis reparentur, pellanturque morbi omnes: id tamen fatendum eſt, ex Chemicorum laboribus, & experimentis infinitas utilitates cepiſſe phyſicam, corporumque proprietates & vires, eorumque principia, ac cauſas magna ex parte fuiſſe perſpectas, omiſſis igitur aliis ea potiſſimum, quæ ad rem noſtram faciunt, ex inventis Chemicis adferemus.

26. Cum compoſitis naturalibus 5. ineſſe deprehendant corporum ſpecies; totidem ſtatuunt immediata illorum principia Chemiſtæ, tria activa, ſpiritum,

seu

ſeu mercurium, ſulphur, ſal, duo paſſiva, aquam, ſeu phlegma, & terram, quam caput mortuum vocant.

Spiritum dicunt ſubſtantiam quandam ſubtiliſſimam, penetrantem, & maxime vividam à qua pro majore, vel minore doſi incrementum corporum, & corruptio pendet: ſpiritus (inquit poſt Lemeryum doctiſſimus Thom. Villiſius *de ferment. c. 2.*) „ ſunt ſubſtantia maxime ſubtilis, quos naturæ parens in ſublunari mundo tanquam inſtrumenta motus condidit, „ hinc venit plantarum vegetatio, maturationes fructuum, liquorum, aliorumque præparatorum: nam „ mixtum aliquod plus, minuſve creſcit, prout majorem, vel minorem ſpirituum copiam continet. Idem „ ſpiritus continuo ſuo motu corpora, in quibus majore copia ineſt, magis quoque corruptioni obnoxia „ facit, hinc foſſilia, & metalla & diutius ſibi conſtant, in quibus tanta non eſt ſpirituum copia: ne „ ſubjecta ſua nimis cito deſerant, craſſioribus alligantur particulis, ut eas ſubigendo, ſubtiliſando, varieque diſponendo ad maturitatem res perducant. Ita auth. cit. Non abs re erit hac de re audire Boerhaveum Element. Chem. tom. 1. parte altera Collegi Chemici ita differentem:

„ Ita nobis una hac arte patet, eſſe in unoquoque „ ſingulari animalium vel vegetantium halitum quendam proprium unice illi tantum corpori adeo ſubtilem, ut odore tantum, vel ſapore ſuo, aut effectibus ſibi tantummodo debitis ſe manifeſtet: exprimit „ ille vapor ſui corporis proprium genium, quo illud „ inprimis ab aliis omnibus accuratiſſime diſtinguitur. „ Summa quidem hujus tenuitas, qua oculis nulla arte adjutis uſurpari abnuit, vel manibus capi negat, „ comitem habet equidem volatilitatem ſummam: purus igitur, ſoluſque ubi fuerit, quietis impatiens „ mobilitate avolat, auræ ſe immiſcet, reditque in „ commune omnium volatilium corporum chaos: ibi „ tamen quæ tenax naturæ volitat, donec cum nive, „ grandine, pluvia, rore in terram deciduus humor

hujus

,, hujus se iterum gremio infundat, hocque fæcunda ,, sua fœtura imprægnet, cum humoribus deinde illi- ,, us in succos denuo animalium, & vegetantium ino- ,, lescat, talique revolutione in nova redeat, quorum ,, agitet molem, regatque corpora. A mobili pene- ,, trabilitate, subtilitate exquisitissima, volatilitate ef- ,, ficacissima summi artis magistri, rerumque physica- ,, rum consummatissimi exploratores liquorum hunc ,, spiritum *Rectorem* appellavere.

,, Suo ut corpori (pergit porro Boerhaave) insi- ,, tus maneret, illigavit illum Deus tenaci, constanti, ,, nec aere, vel aqua, nec igni naturali facile difflan- ,, do oleo, ejus ut lentore inviscatus non temere au- ,, fugeret, sicq e desereret protinus, cui moderando ,, datus erat, corpus: unde illud effatum, spiritum ,, habitare in sulphure. Addit: id olei, quo retine- ,, tur spiritus, cæteris repertis in eodem corpore pingui- ,, bus longe esse volatilius, ut in mortem tendente cor- ,, pore sponte fere suo cum spiritu exhalet, ne tantis ,, aptus spiritus usibus iners suo hæreret in cadavere.

27. Etsi ex dictis spiritus modo relatus in vegetantibus, & animalibus non quidem purus, sed oleo illigatus extrahatur, & non quidem tactu, vel visu, sed odoratu, & sapore fiat sensibilis (ut loco citato Boerhaave fusius manifesto exemplo cinnamomi inter aromata principis declarat) dubitari tamen potest, an spiritus ille rector insit metallis, ex quibus extrahi vix potuit. Nam qui dicunt vidisse se spiritus hos & in metallis, & in omni fossili suo in corpore obsignatos, horumque fixo in sulphure adstrictos, hos vero solutis compedum vinculis liberos actuosos maxime, hi: inquam qui dicunt, eos ad Adeptos mysteriorum suorum tenaces ablegamus: id tamen pro certo habemus, spiritum quendam subtilissimum iis donatum dotibus (quas Principes artis mercurio tribuunt) in metallis omnibus contineri, quique (etsi non ex metallis arctius inter se colligatis) ex laxioribus tamen e. g. ferro per solutionem elici potest: certe singularibus laudibus deprædicat Boerhaave vinum, quod tenuiorem quandam

ferri

ferri partem ſolvit, & inſuper vitrioli aliquid prodit: peculiaribus illud dotibus eſt præditum, quas neque in ſulphure ordinario, neque in vitriolo, neque in tartaro vini invenies, ſingulare igitur præter ſulphur principium eidem ineſſe eſt cenſendum.

28. Alterum Chemicorum principium dicitur *ſulphur*, ſeu *oleum* ſubſtantia pinguis, viſcida, inflammabilis, mixtique portio dulcior: ſulphur (teſte laudato Villiſio) principium eſt conſiſtentiæ paulo craſſioris, quam ſpiritus, poſt ipſum maxime activum: „ cum enim ſoluta mixti compage ſpiritus primo erumpunt, particulæ ſulphureæ ſtatim ſubſequi nituntur: „ inde rei cujusque temperies quo ad calorem, conſiſtentiam, & amabilem texturam imprimis pendet, „ hinc quoque colorum, ac odorum varietas, corporum pulchritudo, quæ ſervat à corruptione illorum „ poros obducendo, ne nimii humores ingrediantur: „ hinc arbores, & plantæ (in quibus eſt major olei copia) diutius vigent ceteris, faciliusque reſiſtunt temporis acerbitati.

Oleum eſſe partem craſſiorem, ignis tamen vi ſolubilem ſi non omnibus ſui partibus, ſaltem quibusdam, cenſent Chemiſtæ: ſubjungo rurſus verba celeb. Boerhav. „ ille ſeu ſpiritus oleis innatus, in iis retentus, & ligatus illa imbuit virtute ſingulari ſatis efficaci, neque alibi invenienda: at poſtquam penitus evanuit ex his oleis, relinquit eadem inertiora „ longe, neque fere magis inter ſe diſtincta, cumque „ de multis leni calore ſponte exhalet, aura ſe immiſceat, olea relinquit illa effœta, nec valentia ulterius efficere, quæ olim præſtiterant.

29. Tertio loco venit *ſal* ſubſtantia ſapida, quæ aqua dilui, & igne ſolvi poteſt, de quo principio ita loquitur Villiſius. „ ſal paulo fixioris naturæ eſt, quam „ aut ſpiritus, aut ſulphur, neque adeo ad avolandum „ habilis, imo rebus compactionem, ſoliditatem, pondus & plantationem largitur, corporum diſſolutionem „ retardat, coagulationes promovet, putredini, corruptioni, & inflammabilitati plurimum reſiſtit, qua-

„ tenus

,, tenus sulphur, & spiritum nimis volatilia implexu ,, suo figit, & in corpore detinet: quare ligna ponderosa, lapides, metalla, & quæ sale abundant, ægre accenduntur, & diutius a corruptione immunia ,, servantur.

Sal aliud fixum est, quod igne paratur, & calcinatione; aliud volatile, quod calore elevatur, & dissipatur; aliud essentiale dicitur, quod è succis plantarum expressum evaporatione humidi in crystallos abit, mediumq; locū inter priora obtinet. Quāvis diversa sint salia, putat tamen Lemeryus omnia ex uno, eodemq; principio, spiritu nempe salino universali provenire, ita ut primigeniam hoc sal corpora omnia pervadens à terra matrice excipiatur, eique inhærens salia mineralia formet, rursus in plantarum poris latitans vegetabilem formam induat, denique (quia ex vegetantibus nutrimentum suum accipiunt animalia) hæc ab illis sal suum accipiant. Verum de hoc agendi locus erit alibi.

30. Principia Chemicorum passiva dicuntur *aqua*, & *terra*, illa substantia est fluida, humida, inodora, insipida, hæc arida, fixa, insipida, utraque nunquam omni activitate caret, eo quod aliquid semper ex principiis activis immixtum operatio Chemica exhibeat.

,, Aquæ interventu (teste Villisio) spiritus & ,, sulphur sibi invicem, & cum sale consociantur: ,, etenim cetera principia humore aqueo dissoluta, aut ,, saltem diluta, in motu perstant, sine quo velut congelata obrigescerent: cum aqua deficit, principia ,, activa nimis arcte coeunt, sese mutuo atterunt & ,, absumunt, cumque hac ratione alimenti supplementum rescinditur, corpus emarcescit: si humiditas ,, nimis abundat, elementa hæc ab invicem [illegible] ,, tur, quare subjectum iners, minorisque efficaciæ ,, existit. Porro sicut aquæ interjectu in liquidis, ita ,, terra in solidis spatiola inania à ceteris principiis ,, relicta implet: etiam crassitie sua nimis volatilia retinet, insuper molem, & magnitudinem debitam ,, elargitur: quo magis terra quidpiam abundat, eo

est

„ eſt minoris activitatis, durationis vero longioris:
„ hinc mineralia diutiſſime perſtant, dein proximæ
„ arbores grandiuſculæ, interim ævi brevioris ſunt
„ animalia, & plantæ tenuiores.

31. Ex quibus aliqui conſtituunt ita ſua principia, ut dicant ſubſtantiam *terream* ſe habere in corpore compoſito ut ſubjectum, *ſalino-ſulphureo-mercurialem* ut formam, *phlegmaticam* vero ut vinculum, quo ſalino-ſulphureo mercurialis ſimul cum terreſtri colligata in ipſo corpore detinetur: nam manifeſtum ajunt per ſubſtantiam ſalino-ſulphureo-mercurialem (utpote quæ teſte Boyleo p 4. *Chymiſtæ ſceptici* pro diſcrimine compoſitorum naturalium diverſa eſt) corpora ipſa differre, & ex illa velut ex immediato principio oriri omnes actuoſas mixti qualitates, totamque derivari ejusdem vim ac energiam.

Ceterum ipſe Boerhaave (cujus auctoritas in rebus Chemicis valere debet plurimum) teſtatur elementa iſta non eſſe ſimplicia, ſed compoſita ex aliis, ita ut ſalia tandem in terram abeant ſubtiliſſimo acido in auras avolante, aqua ſemper aliquid terræ habeat, olea etſi repetitis deſtillationibus rectificata ſemper aliquid fecis inertis deponant. Hinc fatendum eſt, illa ut compoſita ex aliis per ſingulorum admixtionem ſingulares dotes obtinere: ſic ignis tribuit ſpiritui agilitatem, & tenuitatem, ſulphuri inflammabilitatem cum ſubtilitate, ſali partim diaphaneitatem, partim volatilitatem, phlegmati fluiditatem, & terræ mediocrem, mutationique habilem cohærentiam. Aqua confert ſali ſolubilitatem in fluidis, fluorem oleo, terræ temperatam duritiem. Aer in ſalibus, & ſulphuribus concurrit ad fermentationes, ebullitiones, diſploſiones. Terra denique tenuiſſimis ſalibus, & ſulphuri præbet receptaculum &c. ut clarius erit ex iis, quæ de qualitatibus corporum dicentur: hæc tamen elementorum in compoſitis actio non, niſi quatenus in ipſis principiis Chemicis reperitur, obſervari poteſt, ut adeo non tam elementa vulgaria, quam Chemica ſint conſideranda in examine phyſico, ubi phænomenorum cauſæ generales.

rales, & immediata principia qualitatum ſenſibilium ſunt ſtatuenda.

ARTICULUS SEXTUS.

Proponitur brevis cenſura ſyſtematum, & noſtra ſententia de principiis ſenſibilibus corporum.

32. PHiloſophia corpuſcularis (quæ ex dictis non tam per formas ſubſtantiales fictitias, aliave ſimilia ingenii commenta, quam per realia corpuſcula naturæ artificium explicare contendit) ab ipſis Phœnicibus, & Hebræis exculta, atque ultra à Leucippo, Democrito, Epicuro propagata magno in pretio merito fuit Recentioribus. Eandem quidem veteres Epicurei corruperunt, dum & nomen pro corpuſculis abſolute indiviſibilibus venditárunt, & motum illis ingenitum ab æterno adſcripſerunt, quo, remota divina providentia, in certa corpora, & aſpectabile hujus mundi ſyſtema caſu confluxerint. At vero errores iſtos correxit Gaſſendus, eandemque doctrinam de minimis corpuſculis, tanquam elementis corporum conſtitutivis, ad veritatem reducere inſigni conatu adlaboravit: certe id negari non poteſt, omnia corpora in hoc mundo eſſe, ſeu concretiones, ſeu talia, ex quibus concretiones ſint compoſitæ (quamvis in ſua ſimplicitate forte nunquam extiterint) quæ ſeu quis dicat principia, ſeu elementa, ſeu prima corpora, ſeu unitates, perinde eſt. Dubitari vix poteſt, rerum corporearum primordia eſſe partes materiæ minutiſſimas, ex quibus corpora majora, & ſenſibilia primo componi, & in quæ ultimo reſolvi concipiuntur: [illegible] experientia ſit manifeſtum, corpora naturalia ex variis partium generibus eſſe compoſita, atque hæc rurſus ex aliis, longius forte, quam quis crediderit, progrediendum erit, donec partes materiæ in elementa

ſua ſimplicitate aſſequamur: nam etſi elementa in ſedibus ſuis ſint ſenſibus impervia, ratione tamen aſſequimur, & ſiſtimus nobis elementa corporum tanquam moleculas minimas, ex quibus non niſi figura, diſpoſitione, mobilitate, aliisque proprietatibus diverſis vario modo combinatis, ac mixtis componatur incomprehenſibilis rerum diverſitas. Hanc certe opinionem conſtat probatam eſſe præclariſſimis noſtrorum temporum Philoſophis Gaſſendo, Nevtono, Boerhaaveo, Deſagulierio, Nieuventitio, Hartſoekerio, aliisque.

33. Carteſii hypotheſin de Coſmogonia jam dudum temere confictam exiſtimârunt Philoſophi. Ipſe hujus ſyſtematis inventor agnoſcit Princip. p. 3. mundum non fuiſſe ita genitum, ſed cum omni ſua perfectione creatum, ita ut *ſol, & terra, & luna, & ſtella in eo extiterint, ac etiam in terra non tantum fuerint ſemina plantarum, ſed ipſæ plantæ, nec Adam & Eva nati ſint infantes, ſed facti ſint homines adulti &c.* neque credi vult Carteſius, corpora hujus mundi fuiſſe unquam eo, quem deſcripſit, modo genita, ſe tamen retinere aſſerit illam hypotheſin ad ea, quæ ſupra terram apparent, explicanda, & ut demonſtret, quomodo ex iis, quæ gratis & precario ſupponit, tanquam cauſis omnes in mundo effectus ſecundum leges naturæ oriantur.

Porro ſi fictum illum Geneſeos modum demas, parum diverſa videbitur Renati opinio ab opinione Elementariorum, & tandem ſi vera, & prima elementa requiras, in Corpuſcularium ſententiam deſinet: nam materia primi, & ſecundi elementi plane convenit cum materia; aere multo ſubtiliore, quam ætherem vocârunt veteres, & Ariſtoteles; materia vero tertii elementi compoſita eſt ex elementis ſic dictis ſecundariis, quæ denique ex aliis partium generibus, & hæc rurſus ex aliis eorumque conſtant, donec perveniamus ad ſimplices, omnisque compoſitionis expertes moleculas.

34. Majus operæ pretium illi feciſſe cenſendi ſunt, qui elementa non quidem primaria, & in ſedibus ſuis ſenſibus impervia, ſed ſecundaria, & ope ſen-

ſuum

suum cognoscenda accuratius investigârunt: cum enim primordia rerum corporearum absolute ita dicta, seu minima naturæ in sensus nostros non incurrant, illorumque figura, ac dispositio non nisi conjectura deprehendi possit, magis è re sua esse duxerunt sollicitiores naturæ inquisitores, in mixtionibus corporum ea indagare principia, ac elementa, quæ illa immediate magis constituunt, magisque sunt sensibilia: ita nempe & ad ipsam eorum constitutionem clarius inspiciendam, & ad modum operandi distinctius pernoscendum viam se invenisse non sine ratione existimant. Quæstio igitur hoc loco instituitur, quæ sint principia sensibilia corporum mixtorum? ad principium autem sensibile requiritur, ut in omnibus, relate ad quæ principium statuitur, corporibus sensibiliter contineatur, habeatque singulares dotes, ex quibus proprietates, qualitates, ac vires corporum compositorum deduci, explicarique possint, qua in quæstione suppono ex Physica speciali, ignis nomine intelligi corpus maxime mobile, & subtile, æquabiliter ubique diffusum, causans in corporibus calorem, & expansionem: nomine aeris fluidum sui generis valde subtile, grave, porosum, multum constanterque elasticum. aquæ nomine notari corpus conflatum ex partibus admodum subtilibus, duris, lubricis, quæ non modo aliis corporibus se insinuant, sed etiam calore in vapores violentissime se expandentes abeunt, denique terram esse corpus solidum, friabile, in igne non liquabile, in aqua, alcohole, oleo, aere dissolvi non potens &c. ut ea omnia fusius declarabuntur in Tract. de elementis. His notatis sit.

CONCLUSIO PRIMA.

35. PRincipia corporum magis simplicia, non tamen immediata, sunt 4. elementa vulgaria.

Prob. Ad elementa sensibilia duo requiruntur, in primis ut in omni corpore mixto contineantur, deinde

ut ex ſingularibus, ſibique propriis dotibus apta ſint ad qualitates ſenſibiles corporum explicandas : atqui iſta duo deprehendimus in 4. elementis vulgaribus : nam inprimis in omni fere mixtorum analyſi deteguntur, ut patet in combuſtione ligni, ubi igneæ partes in flammam emicant, aqueæ exſtillant, terreæ in cineres ſubſidunt, aereæ partim in bullulis vaporum obſervantur, partim ſe manifeſtant ſua elaſticitate, dum lignum in vitro hermetice clauſo ſolvitur menſtruo aliquo, unde violenter aer erumpit, ubi exitus conceditur. Habent præterea elementa vulgaria ſingulares prærogativas in ordine ad affectiones ſenſibiles explicandas : ſic ignis mixto conciliat calorem, expanſionem, fluiditatem, diaphaneitatem &c. aer elaſticitatem, inflammabilitatem, aqua humiditatem, terra pondus, fixitatem &c. haberi igitur poſſunt pro ſenſibilibus corporum principiis. Adde, quod elementa Chemica compoſita ſint ex vulgaribus, ut adeo hæc non minus, quam illa mixtis omnibus ſaltem mediate ineſſe obſerventur.

Dixi autem, non eſſe *Principia immediata* : nam ex dictis N. 31. Actio elementorum in mixtis eatenus phyſice eſt obſervabilis, quatenus reperitur in principiis Chemicis, ut adeo etiamſi in examine phyſico tanquam principia ſtricte talia ſpectari poſſint in ordine ad concipiendam elementorum eſſentiam, quando in eam ſpeciatim inquiritur : non tamen ſpecialiter conſiderari debeant, quando quæritur de principiis generalibus ad explicanda compoſitorum phænomena immediate ſervientibus.

Neque opponas, ignem eſſe fluidum aliquod univerſale ubique diffuſum, quod ſicut aqua in ſpongia, libere commeando in mixtis agit, adeoque non videri eſſe partem mixtorum conſtitutivam. R. enim, præter ignem, qui extra ſubſtantiam corporis mixti eſt, alium eſſe inter partes ſolidas interceptum, qui ad illius ſubſtantiam pertineat, ſicut præter aquam meatus ſpongiæ explentem, dantur humores alii ad ipſius ſubſtantiam pertinentes, quibus liber non eſt tranſitus

ſitus per interiores radiculas, ex quibus ſpongia conſtat, ut patet ex vapore in combuſtione ſpongiæ bene exſiccatæ apparente. Ceterum etſi ignis agens ſit univerſale, neceſſario tamen pars naturalis mixti haberi debet, cum ſine illo explicari non poſſint phænomena in compoſitis paſſim obvia.

CONCLUSIO ALTERA.

36. IN ordine ad ſcientiam phyſicam, ac experimentalem, & ad explicandas mixtorum affectiones pro principiis immediatis rite ſtatuuntur elementa Chemica.

Probatur: Principia *immediata* illa dicimus, quæ in naturali compoſito ſenſibiliter continentur, atque ex ſpeciali quadam dote apta ſunt ad phænomena mixtorum immediate explicanda: iſthæc autem requiſita habent elementa Chemica, *terra*, *aqua*, *ſal*, *ſulphur*, *mercurius*: rite igitur ſtatuuntur pro immediatis principiis in ordine ad eſſentiam mixtorum explicandam.

Propoſitio aſſumpta quo ad *vegetabilia*, & *animalia* adeo certa eſt, ut a nullo, niſi qui in Chemicis plane hoſpes eſt, in dubium vocari poſſit: *quo ad metalla* vero dubitant aliqui, imo non deſunt, qui propoſitionem ipſam penitus inficientur. At licet nimis operoſum ſit ſingulas illas ſubſtantias ex metallis educere, inſunt tamen omnibus, teſtibus experientiſſimis Lemeryo, & Boerhaaveo; id quod conſtat ex ſolutione ferri priore articulo allata, ubi imprimis ſe prodit principium quoddam ſingularibus dotibus præditum præter ordinarium ſulphur, & ſal in eadem ſolutione ſe manifeſtans. Cum autem ipſum vitriolum [illegible] terræ partem contineat, & ſalium omne in genere aquam evaporent, dubium eſſe non poteſt, aquam etiam ferro ineſſe. Quod autem dicta elementa utpote ex 4. vulgaribus compoſita dotes habeant ſpeciales ad certas affectiones, & qualitates mixtis corporibus conciliandas, id repeti poteſt ex N. 31.

Accedit esse quædam in mixtis, quæ, etsi probabilius constent ex aliis, experimentaliter tamen, & *ut sensibilia* reduci non possunt ad elementa vulgaria, quæque non nisi cum aliis conjuncta actionem suam in mixtis exercent, qualia sunt *sal* & *sulphur*, quæ si solvantur ulterius, relictis aliis partibus, in auras abibunt nullo modo perceptibilia. Ex quo deduci rursus potest, principia duntaxat sensibilia, & inter se mixta spectanda esse in ordine ad phænomena mixtorum immediatius explicanda, nisi velimus devenire ad compositionem mente quidem conceptibilem, sensibus tamen minime subjiciendam. At contra.

37. Opponi potest 1. Non raro contingit, ut nova aliqua substantia, quæ in composito non fuerat, caloris actione fiat: sic actione ignis solum paratur sal alcalicum: particulæ nempe calore agitatæ adeo inter se miscentur, ut inde novæ concretiones emergant, ac proinde novæ substantiæ fiant, ex quo sequitur principia Chemica non tam ipsis mixtis inesse, quam per variam partium dispositionem ab igne factam procreari, ut habet Boylæus *Chym. scept.* t. 1. sed hoc ipso non possunt statui pro principiis immediatis in ordine ad explicandas mixtorum qualitates: ergo &c. R. inde sequi duntaxat, Chemica principia mutari quandoque actione ignis quo ad *subtilitatem*, *plerumque partium cum aliis principiis*, non item *quo ad substantiam*; nam quod quandoque nova fiat substantia, id omnino *per accidens* est, si calor est vehementior, quam solutio partium requirat, ut in sale alcalico. Ratio autem hujus asserti est multiplex, 1. evidens est in *sale sulphure*, & *mercurio* omnes illas qualitates residere, quæ ipsi composito, unde dicta principia eliciuntur, sunt propriæ; *deinde* quia ex corporibus ejusdem speciei eadem etiam ratione sal, sulphur, & mercurius extrahuntur, [illegible] quod certe tanta constantia non fieret, si illæ substantiæ a vi caloris producerentur: accidit nempe raro, quod [illegible] efficiatur. *Denique* experientia [illegible] per [illegible] compressionem ex pluribus corporibus elicitur; & [illegible] *substantiam* inde habe-

ferì duntaxat constat, quod latentes particulæ satis intestino motu urgeantur, quod ut pateſcat magis, audiatur ſupra laudatus Villiſius *de ferment. c. 2.* ita loquens:

,, Notum eſt cinerem cujusvis plantæ ſemel elixi-
,, viatum ſi denuo calcinetur, haud quidquam ſalis ex-
,, hibere: inſuper ſi concreta diſtillata liquorem aci-
,, dum exhalent, eorum calces minus ſalinæ exiitunt,
,, & contra quando ſal volatilizatus, aut fluorem ade-
,, ptus alembicum aſcendat, in capite mortuo eum fru-
,, ſtra quæſieris. Ut principii ſulphurei in vegetabili-
,, bus exiſtentiam vindices, accipe *Gujaci*, aut alterius
,, ligni ponderoſi ſcobem, illamque retortæ vitreæ in-
,, ditam ſenſim proliciaſ: una cum liquore acido oleum
,, nigricans, quod pars eſt ejus ſulphurea, in magna
,, quantitate exibit, hanc in corpore deſtillando prius
,, fuiſſe, & nequaquam iſtius productum extare, hinc
,, conſtat, quia ſi alio procedas modo, ut ſulphur ante
,, deſtillandum concreto eximatur, liquor egreſſus o-
,, leoſitate ſua fere privabitur: quare ſi ligni hujus
,, ſcobi ſpiritum vini affundas, menſtruum hoc reſi-
,, nam puram, quæ ipſamet pars eſt ſulphurea, in ma-
,, gna quantitate extrahet, dein ſi ſcobem reſiduum
,, aqua communi lotum, & exſiccatum in retorta, ut
,, prius, deſtilles, olei tantum minutulum habebis.

,, Quod vero magis mirandum eſt, & hujusmodi
,, veritatem plenius confirmat, corpora nonnulla (quæ
,, ſpiritu, & ſulphure utpote maxime volatilibus pene
,, deſtituta ſale, terra, & aqua præcipue conſtant) in
,, elementa hæc facta deſtillatione ſegregantur: qui-
,, bus denuo inter ſe confuſis idem numero mixtum,
,, iisdemque prorſus accidentibus inſignitum [illegible]
,, tur, ita ut concreta ea, quæ elementis fixis, & [illegible]-
,, bilibus conſtant, velut automata mechanica poſſunt
,, in partes dirimi, rurſusque illæſa machina redinte-
,, grari. *Ita Aut. l. c.*

38. Oppones 2. Longe aliæ qualitates reperiuntur in conjunctis, quam ſeparatis, ut plurima experimenta oſtendant. Unum ſubjungo: ſi aqua pura in[illegible]-

gatur

gatur æri ad ignem fluenti, fulmineo prorſus ictu omnia disjiciuntur, quod periculum abeſt, ſi eadem aqua cum acido ſalino conjuncta eidem adjiciatur, ex quo ſequitur principia Chemica exhibere qualitates longe alias, ſi ſint ſeparata, quam in mixtis conjuncta: ſed hoc ipſo non ſunt apta ad explicandas mixtorum qualitates: ergo &c.

R. alias quidem quandoque qualitates reperiri in conjunctis, quam in ſeparatis *quoad aliqua, non omnia:* nam instituto a Chemicis examine ſi elementa ſeparentur, rurſusque conjungantur, facile apparebit, quas & ſeparata, & in mixtis conjuncta qualitates obtineant, utor rurſus verbis Villiſii ita loquentis: ,, ſi vitriolum ,, in furno reverberii deſtilles, habebis phlegma fere ,, inſipidum, ſeu partem aquoſam, deinde liquorem ,, valde acetoſum, ſeu ſalem fluore potitum, & in ,, fundo reſiduam terram rubram, & grate purpure- ,, am; his rite peractis ſi liquores duo exſtillati capiti ,, mortuo affundantur, idem ipſum, quale olim ha- ,, buimus, eodem colore, ſapore, imo & fere ponde- ,, re iterum reviviſcet. Pariter cum nitro, ſale ma- ,, rino, ſale tartari, forſan & alumine, aliiſque mi- ,, neralibus, eodemque ſucceſſu procedere poſſis. Ex quo manifeſtum eſt, qualitates inprimis elementorum Chemicorum cognoſci per ſeparationem, deinde per iteratas conjunctiones, ut inde explicatio phænomenorum corporis compoſiti fieri poſſit.

39. Oppones 3. Principia Chemica non ſunt ejusdem rationis in omnibus corporibus, ſed pro ſpecifico ipſorum diſcrimine ſunt ſpecifice diverſa: nam ut teſtatur Boyleus *p. 4. Chymiſt. ſceptic.* ,, Sulphur aliud ,, eſt in auro, aliud in argento, aliud in ferro, plum- ,, bo, ſtanno &c. item aliud in lapidibus, ſilice, ſa- ,, libus, fontibus &c. nec vero tot ſulphura tantum, ,, ſed & totidem alia: ſal aliud in metallis, aliud in ,, gemmis, aliud in lapidibus, aliud in ſalibus, vitrio- ,, lo, alumine. Similis ratio eſt mercurii, cum uni- ,, cuique ſpeciei ſuus particularis ſit mercurius. Ex ,, quo ſequitur elementa Chemica ne ſecundaria qui-

dem

dem esse corporum principia, nisi tot statuantur principia, quot sunt rerum earundem species: sed hoc ipso non sunt principia generice & univoce spectata, aptaque ad explicationem phænomenorum generalium: ergo &c.

Responderi primo potest, etsi absurdum foret statuere tot principiorum genera, quot sunt genera compositorum, nihil tamen videri inconveniens, si tot principia per quæ res differunt, constituantur, quot sunt rerum ipsarum species: nam nisi velimus nullam rem per id intrinsecus constitui, per quod ab alia essentialiter differt, absurdum censere non possumus, tot genera principiorum admittere, ex quibus nempe sumitur essentiale rerum discrimen, quot sunt rerum ipsarum genera, ac proinde tot esse genera *salium*, *sulphurum*, *spirituum*, quot sunt composita specifice diversa, cum ex dictis Art. priore Chemici discrimen compositorum corporeorum ex *salino-sulphureo-mercuriali* eorum substantia unice derivent.

R. 2. Diversa quidem esse in diversis compositis principia *quo ad qualitates quasdam particulares*, non item *quo ad communes*, ac proinde nihil obstare, quo minus ad generalia quædam reduci possint. Hinc etsi non possint dici duntaxat 5. univoce ita, ut nulla qualitate peculiari discrepent, censeri tamen poterunt generica propter alias proprietates communes, aptaque ad exponendas phænomenorum communium, admodumque similium rationes: sic enim postquam examen principiorum in uno corpore est institutum, phænomena similia in corporibus aliis admodum affinibus non quidem certitudine physica (cum persæpe discrimen externe non observatum, re ipsa tamen intervenerit, sicque sine peculiari determinati corporis examine de veritate phænomenorum certi esse non possimus) sed magna probabilitate exponi, declararique possunt, ut adeo quæ in una planta examini subjecta observamus, admodum probabiliter ad alias ejusdem (situ, statu, structura, forma, notisque aliis externis) speciei extendi possint, tutior quidem conclusio fuerit, si nova quo-

que

quæ in corporibus adinibus instituantur examina, verum cum nemo pertentet omnia, id non requiritur in communibus, eorumque corporum, quæ quo ad speciem examen jam subierunt, phænomenis, nisi singulare quoddam peculiarem industriam exigat. Ex quo sequitur, illam mixtorum diversitatem non obstare, quo minus statuantur principia generalia: sic etsi forte qualitates alias habeat vitriolum Romanum, alias Cyprium, alias Hungaricum, vitrioli tamen nomine omnia tria rite appellantur: nam suscepto repetito vitrioli Romani examine probabiliter satis concludes, etiam quo ad singulares qualitates, ad reliquum vitriolum Romanum (quod examini in individuo suo non est subjectum) & quo ad dotes genericas ad Hungaricum. Eodem modo præmisso diversissimorum corporum examine concludere poteris, 5. elementa Chemica inesse omnibus, eundemque spiritum, sal, & sulphur contineri in omnibus ejusdem speciei individuis.

40. Oppones 4. Illa principia pro generalibus in scientia physica non sunt assumenda, quæ componuntur ex aliis: experientia autem docet, elementa Chemica constare ex aliis, ut multis rationibus & experimentis demonstravit Vir Doctissimus Du-Clos, ostenduntque tentamina Geoffroy junioris *mem. de l'Acad. an. 1718. p. 42. & seq.* accedit, elementa Chemica, quantumvis magna cura adhibeatur in perficienda corporum analysi, nunquam pura haberi posse, ut adeo vel è numero principiorum sint excludenda, vel plura alia statuenda. Certe easdem principii sensibilis prærogativas habent 4. elementa vulgaria.

[illegible] quidquid sit dè compositione, eandem minime obstare, quo minus elementa Chemica non quidem pro *primariis*, & stricte talibus, sed *secundariis* duntaxat, & immediatis legitime statui possint, quid inde ad elementa vulgaria argui possit, ex ipsa conclusionis probatione colliges. Obtinentur quidem nunquam pura a ceteris quinque, sed illis immixta, ita ut oleum nunquam sit purum a spiritu, sale, phlegmate,

terra;

terra, at ex hoc non deduces ea vel non inesse mixtis corporibus, vel plura, quæ ad hæc 5. revocari non possint, inesse, sicut ex eo, quod aurum argento commixtum penitus per menstrua separari non possit, minime sequitur in mixto præter hæc duo metalla inesse alia: cum enim nos plane lateat momentum, quo partes terreæ, aqueæ, salinæ, sulphureæ, & mercuriales inter se sint copulatæ, & separationi resistant, lateat quoque necesse est, quam intensus debeat esse calor, ut plane, perfecteque solvatur earum nexus, quin ulla prorsus dissimilium partium mixtio deinceps habeatur. Plura huc referri possent ad cognitionem principiorum pernecessaria, sed cum sine notitia singularium experimentorum intelligi nequeant, suis locis erunt reservanda.

ARTICULUS SEPTIMUS.

Utrum in Argumento de vacuo cum Cartesio, an cum Gassendo sit sentiendum?

41. INgentes jam diu dum de *inani* erant dissensiones inter philosophos. Scholastici veteres nullum esse vacuum in natura, eamque ab illo velut abhorrere tenuerunt, at Galilæus, Torricellius, Gassendus ejusdem defensionem acerrime susceperunt, interea Cartesius, ejusque sequaces ita induruerunt, ut nec fieri vacuum, nec ejus ullam ideam concipi posse magna contentione probare adlaboraverint. His opposuerunt se acuti Philosophi Angli Henricus Morus, Joannes Lockius, Newtonus, Clarkius, pluresque Newtoni sequaces, Gravesandius, Keillius, Musschenbroeckius, ut jam omnia Recentioribus Philosophis vacua videri possint, cum interea Germani duumviri Godefridus Leibnitius, & Christ. Wolfius, aliique non pauci, cum omnia *monadibus* suis plena cernerent, vacuum ex regno philo-

sophico

ſophico exturbare ſint conati. Antequam noſtram cenſuram interponamus, neceſſariæ notiones erunt præmittendæ.

42. Sicut ſpatium relate ad corpus locatum dicitur locus, ita ſi omnis omnino corporis fuerit expers, *vacuum*, ſeu inane appellatur; aliud eſt *reſpectivum* ſeu vulgare, aliud *abſolutum* proprie dictum. Illud dicitur, quod ab omni aere denſiore, ac craſſiore eſt relictum, ut fit in Barometro, vaſis ope antliæ pneumaticæ quo ad maximam partem aere privatis, in hemiſphæriis magdeburgicis, de quibus alibi, vacuum autem proprie dictum eſt ſpatium una, vel pluribus ſuperficiebus comprehenſum, in quo nullum prorſus corpus (ſeu conſpicuum, ſeu inconſpicuum, ſeu firmum, ſeu fluidum) exiſtat, à quo repleatur. Hoc rurſus dupliciter diſtingui poteſt in *coacervatum*, ac *diſſeminatum*, illud dicitur ſenſibile, ſeu notabile ſpatium intra ambitum hujus mundi nullo penitus corpore occupatum, alterum ſeu inſenſibile deſcribit Gaſſendus ſect. 1. Phyſices L. 2. his verbis: *ſpatiola corpuſculis aquæ, aeriſve* (aut alterius ſubtilioris ſubſtantiæ) *intercepta; quæ jam non aere, aliove corpore oppleta, ſed penitus inania, omnique corpore ſunt vacua.* Ejusmodi vacuum concipi poteſt, ſi cogites fluidum conſtans ex globulis minimis, qui in minima duntaxat ſuperficiei parte ſeſe contingentes ſpatia quædam triangularia relinquunt, alio ſubtiliore fluido non occupata. Res inprimis nobis eſt de vacuo coacervato.

43. Carteſius vacuum omne ita repugnare ait, ut ne Divina quidem virtute haberi poſſe, id quod explicat *p. 2. princ.* hoc modo: „Vacuum dari non poſ„ſe manifeſtum eſt inde, quod extenſio ſpatii non dif„ferat ab extenſione corporis: nam cum ex eo, quod „corpus ſit extenſum, recte concludamus illud eſſe „ſubſtantiam, quia omnino repugnat, ut nihil ſit a„liqua extenſio: idem etiam de ſpatio, quod vacuum „ſupponitur, eſt concludendum. Ex quo vides cor„pus à ſpatio non diſtingui.

Nevto-

Nevtonus docet, non tantum vacuum non repugnare, ſed & illud re ipſa in mundo exiſtere, ita enim loquitur Vir doctiſſimis *p. 2. princip. philoſ. l. 2.* „*ſect. 7. ſchol. ad prop.* 40. ſpatia, per quæ globi pla„netarum in partes omnes liberrime, & ſine omni „motus diminutione ſenſibili perpetuo moventur, flui„do omni corporeo deſtituuntur (ſi forte trajectos lu„cis radios excipias:) nam, ut exiſtimat in Opt., ſi „exiſteret fluidum vacuum impediens, impediret quo„que magnorum illorum corporum motus, efficeret„que, ut naturæ ordo langueſceret, atque in occul„tis corporum meatibus ſiſteret partium ſuarum motus „vibrantes, in quibus calor ipſorum & omnis vis a„ctuoſa conſiſtit.

Qua in re inprimis certum eſt extra hoc univerſum dari ſuo modo vacuum coacervatum, cum ibi nullum ſit corpus, ubi ſine fine alia exſtare poſſent, ut adeo in ſenſu ſtricte Carteſiano male dicatur mundus *indefinite extenſus.* Certum rurſus eſt (quidquid reclament Carteſiani) intra limites hujus univerſi ejusmodi vacuum exſtare ſuo modo poſſe. Quæſtio igitur inſtitui poteſt, utrum re ipſa in aſpectabili hujus mundi ambitu detur, aut ſaltem ſolius naturæ viribus obtineri poſſit? ſit itaque.

Propoſitio prima:

44. *Re ipſa non datur in mundo vacuum coacervatum.*

Prob. Tunc non datur, quando illud neque experientia, neque ratione evinci poteſt, ſique contra illud adferri poteſt ratio poſitiva: vacuum autem coacervatum neque experientia, neque ratione evincitur, imo contra illud adferri poteſt ratio poſitiva: inprimis enim ratio, quæ cenſetur præcipua, nullius eſt roboris: nam ut ſalvetur aſtrorum motus ſatis eſt, ut materia cælum planetarium occupans aſtris non reſiſtat ſenſibiliter, ut alibi dicetur: nam ſi juxta Nevtonum ſub-

ſtantia

ſtantia luminis (in qua utpote quaquaverſum diffuſa planetarum globi moventur) non impedit eorundem motum, cur non poterit alia fluidiſſima ſubſtantia cœleſtia ſpatia replere, quin eorundem corporum motum ſenſibiliter retardet? deinde contra vacuum pugnat ratio poſitiva: ſuppone enim in cœlo planetario vacuum, per illud certe non propagabitur motus materiæ lucis, qua propagatione impedita fiet, ut ſtellæ fixæ, quæ nempe linea recta à noſtro oculo per illud vacuum ducta apparent) ſubinde, non interpoſito alio corpore, evaneſcant, quod tamen experientiæ adverſatur. Certe omne ſpatium hujus univerſi vel eſt ſpatium, quod occupat globus noſter *terraqueus*, & hoc totum repletum eſt partim ſolidis, partim fluidis: nam ubi non eſt corpus durum, ibi aer eſt ſubtilior, vel eſt ſpatium *Cœleſte*, & hoc rurſus repleri debet corporibus: nam ubi non ſunt aſtra, & planetæ, ibi materia lucis elaſtica eſt vacuum majus neceſſario impediens. Ex quo ſequitur viribus naturæ vacuum coacervatum in mundo obtineri non poſſe: nam per conſtantes naturæ leges fluidum ubique diſperſum, in omnem partem premens, illucque, ubi minor eſt reſiſtentia, fluens vacuum omne removet, ut patet in aere impetuoſe irruente in vaſa, unde aer ope antliæ eſt extractus.

45. Dices 1. dari vacuum Boyleanum, & Torricellianum. R. illud non eſſe proprie tale: in barometro, & recipiente (machinis alibi deſcribendis) non quidem datur aer craſſior, ſed ſubſtantia ſubtilior, quæ poros vitri ingreſſa in locum alterius corporis ſuccedit: in his vacuis objecta ubivis poſita perinde videntur, ac ſi ibidem foret aer, quod non fieret, ſi nulla ibi foret ſubſtantia.

Dices 2. cum Gaſſendo, nullum in mundo fore motum ſine vacuo, „ſi nihil non plenum eſt (inquit „Auth. cit. ſect. 1. Phyſ. l. 2.) locus nullus reſtat „complexius, quare aut corpus non admittetur, aut „in illo loco collocabitur, in quo aliud jam ſitum eſt, „ſicque idem locus duo corpora ſeſe undique pene-

„trantia

„ trantia capiet, quod sane per vires naturæ fieri pos-
„ se non dixeris: deprehendes autem hac ratione, ali-
„ quodne corpus ex iis, quæ intra hanc molem dispo-
„ sita sunt, moveri e suo loco possit, ut invadat lo-
„ cum alterius. Sane cum locum plenum offendat, ne-
„ cesse erit, ex illo pellat corpus, illud porro quo-
„ nam concedat, si omnia sunt plena? an ipsum rur-
„ sus expellet aliud? at par redibit difficultas: quare
„ si primum illud O cedere loco non possit, nullum
„ erit principium motus, sicque nihil movebitur.

R. Etsi forte isthæc objectio evincat vacuum disseminatum (de quo infra) non tamen concervatum. Ad motum corporum satis est, si existat substantia fluida, ut constat in vase aqua pleno, obturatoque ita, ut nihil aquæ inde erumpere possit, in quo globulus ligneus movetur facillime: nempe non prius movetur globulus: quam moveantur anteriores aquæ partes, neque illæ urgentur prius, quam laterales pari celeritate ad ipsius corporis tergum recurrant, quo fit ut nulla pars spatii relinquatur a globulo, quæ non occupetur a fluido recurrente, vicissimque nulla pars spatii anterioris deseratur à fluido, quæ non eodem fere momento a globulo occupetur: eodem igitur prope tempore & antrorsum procedit corpus, & circumfluens liquidum ad illius tergum recurrit, opus igitur minime erit ad explicationem motuum naturalium vacuo concervato, sed motu circulari duntaxat corporis liquidi exemplo rotæ circa axem circumactæ.

46. Gravior controversia agitatur de vacuo *disseminato*, qua in re, ex dicendis parte altera hujus differt. supponendum est, corpora omnia tam solida, quam fluida *poris*, *rimis*, seu *meatibus* intra partes ipsorum interceptis esse plenissima, ita ut dicta interstitia non tantum sint in superficie, sed & in interiore corporis constitutione, ac diversa quidem quo ad numerum, magnitudinem, situm, & directionem pro varietate partium componentium, cujus porositatis necessitatem ostendunt secretiones, & excretiones in viventibus, humectationes corporum, solutiones, extra-
ctiones,

ctiones, combustio, fusio, habilitas ad colores recipiendos, transitus fluidorum per alia corpora, atque experimenta, cujus generis quam plurima a Boyleo *in tentaminibus porologicis* adnotata: hinc igitur arguunt Epicurei exstare innumeros poros partibus corporum interceptos, omnique materia vel tenuissima destitutos.

Ad tollendam hujus vacui necessitatem statuit cum Cartesianis P. *de Lanis T. 2. magist. nat. & art. l. 8. c. 2.* materiam per omnia diffusam, fluidissimam, & tenuissimam, homogeneam, & sine omni interruptione continuatam, cujus partes non sint solidæ aut certa figura præditæ, neque inter se unitæ, sed juxta se positæ, contiguæ, semperque tenuiores, quæ materia, etsi difficulter conceptibilis, habilis dicitur ad removendum omne vacuum. Nam si dicta substantia ejusmodi proprietatibus gaudet, non tantum propter summam suam tenuitatem in reliquis corporibus vacuitates omnes explere potest, sed etiam propter contiguitatem partium semper minorum non interruptam, sed continuatam nulla interstitia vacua intercipiet. His notatis sit

Propositio altera.

Extat in mundo vacuum disseminatum.

47. *Probatur* 1. Si nullum fingi potest fluidum, quod & spatiola penitus vacua non contineat, & interstitia componentibus mixtorum particulis interjecta repleat, exstare debet vacuum disseminatum: nullum autem imprimis fingi potest fluidum, quod spatiola penitus vacua non contineat, cum enim ex dicendis *de fluiditate corporum* fluidum quodcunque constet ex partibus re ipsa divisis, & à se mutuo dissociatis, quæ sese contingunt non secundum planam notabilem superficiem, sed vel in puncto, vel secundum plana pauciora, atque adeo sint vel sphæricæ, vel sphæræ analogæ, concipi certe non potest materia fluidissima, si-

mulque

mulque perfecte continua, seu talis, quæ non intercipiat spatia penitus vacua, nisi fingas aliam semper in infinitum tenuiorem. Ex quo etiam sequitur pars altera: nempe non omnia exigua illa spatia primitivis mixtorum particulis interjecta ejus figuræ esse possunt, ut possint exacte repleri corpusculis sphærica, vel sphæræ analoga figura affectis.

Neque dici potest cum supra citato De Lanis, non apparere, quænam sit repugnantia hujusmodi fluidissi-„mi, & perfectissime homogenei corporis: quamvis „enim aqua, aliique liquores talis sint conditionis, „ut particulis eos componentibus interserantur pluri-„mi poruli, hoc tamen non obstante sicut sensus, vi-„sus, aut tactus poros illos in aqua discernere nequit, „imo judicat aquam esse corpus perfecte homogene-„um sine ulla partium interruptione, ita intellectu „percipi facile potest corpus quod fere prædictas con-„ditiones habeat, quas, si sensui fidem præbere velit, „aquam ipsam habere judicabit. At vero nullius roboris videtur isthoc argumentum: quomodo enim concipies corpus, quod sibi relictum diffluit quaquaversum, & cuique figuræ sese accommodat facillime, nisi partes habeat in exigua duntaxat superficiei parte sese contingentes: nempe sicut *dura* corpora dicimus, quæ difficulter cedunt impressioni ad mutandam figuram ob cohærentiam partium majori superficie se contingentium, ita si partes sint figuræ ad motum aptæ, exigui contactus, aut actu dissociatæ, *fluida* fieri intelligimus. Accedit phænomenis naturæ vacuum disseminatum satis congruere, ut suo loco videbimus de divisibilitate, luce & igne.

48. *Prob. 2. eadem Concl.* Materia divisibilissima perfecteque continua, qualem describunt Cartesiani, nullius in alia corpora actionis foret capax, nisi ut gratis conjecta, hoc duntaxat fine, ut expleat vacuum, cum quo tamen phænomena naturæ conciliari possunt. Hæc ipsa propositio ultra sic ostenditur: Materia illa nec gaudere potest cohæsione, nec gravitate nec elasticitate, nec vi inertiæ, per quam corpora se con-

conſervant in ſtatu ſuo vel motus, vel quietis, reſiſtantque aliis, quæ ex illo ſtatu ea dimovere nituntur; hoc ipſo autem nullius actionis in alia corpora foret capax: ergo &c. *Major* inprimis probatur: ſi haberet *vim cohæſivam*, reſiſteret maxime diviſioni ſui, adeoque non foret fluidiſſima: ſi *elaſticitatem*, non foret omnis figuræ capax, nulliusque tenax: ſi *gravitatem*, eadem ubique (cum omnia forent plena) foret gravitas utpote maſſæ proportionalis: ſi demum haberet *vim inertiæ*, non tantum ſenſibiliter reſiſteret motibus cœleſtibus (quod alibi videbimus) ſed & efficeret, ut ſi corpus per fluida movetur, eadem ſit reſiſtentia in aere, eadem in aqua ac mercurio, cum tam pes cubicus mercurii materia ſubtili repletus faciat pedem cubicum corporis reſiſtentis juxta rationem maſſæ, quam pes cubicus aquæ, ut arguit Cl. Muſſchenbröck *El. Phyſ.* §. 79. *p.* 67.

Probatur modo aſſumpta propoſitio prius propoſita: ſi tollas vim inertiæ, non reſiſtet illa materia motui reliquorum corporum, ſed propter ſummam fluiditatem cedet facillime omni impreſſioni: ſed hoc ipſo nullam actionem poſſet exercere in alia corpora: nam ſicut non poteſt ſuperare vim inertiæ in corporibus motis, ita & eandem non poterit ſuperare in quieſcentibus, atque adeo ſicut ob ſummam ſuam fluiditatem non poteſt reſiſtere motui aliorum corporum, ita & illa movere non poteſt utpote impotens premere non gravitate, quam non habet, non cohærentia, aut elaſticitate, quibus caret, non motu quia hoc ipſo quod non habeat vim inertiæ, impreſſionem in corpora facere motumque illis communicare non poteſt, ut magis perſpicietur ex iis, quæ de *vi inertiæ* dicentur.

PARS

PARS ALTERA

De generalibus Corporum Affectionibus.

ARTICULUS PRIMUS

De extensione, quantitate, soliditate, figura, ac divisibilitate Corporum.

49. Explicatis principiis transimus ad generales corporum proprietates fusius exponendas, ex quibus alias corporeas qualitates promanare apertum est. Omnis materia cum finita sit, suos habet terminos, seu *superficies*, quarum una ab altera distat. In superficie dantur extrema, seu *lineæ*, quas intervallo aliquo sejunctas esse oportet, harum linearum sunt termini, seu *puncta*, quæ spatio interposito distare est necesse: distantia inter duas oppositas ejusdem corporeæ substantiæ superficies, illius crassities, seu *profunditas* dicitur, distantia inter binas oppositas ejusdem superficiei lineas *latitudo*: & distantia inter utramque lineæ extremitatem *longitudo* Geometris nominatur, in hac secundum trinam dimensionem extensio omni materiæ ita est propria, ut sine illa concipi non possit.

Quidquid concipitur extensum, quantum est, atque adeo *quantitas* competit omni extensioni, quæ tamen rite distinguenda est in *volumen*, & *massam*. Volumen corporis est spatium ab illo occupatum, ejusque extima superficie comprehensum, quod cognoscitur, si valor dimensionum, quibus corpus est præditum, notus fuerit: nam cognitis dimensionibus notis, erit quantitas spatii extima corporis superficie contenti, nunc volumina duorum corporum sunt directe inter se ut spatia ab ipsis occupata; atque adeo cognita ratione spatiorum, voluminum quoque ratio innotescet per

leges Geometriæ. *Massa* autem non a spatio sumitur, sed a materia, ideoque *quantitas materiæ* dicitur seu numerus elementorum sub extensione in corpore contentorum. Materiæ porro, seu massæ accensetur id omne, quod illius pondus auget, estque materia vel *constans*, quæ in eodem semper corpore manet, *vel variabilis*, quæ poros duntaxat constantis materiæ replet, atque aliquando minuitur, ut sunt ligna variæ densitatis, contentusque in illis humor, aut aer, vermes in caseo &c. quæ pondus ipsorum augent. Hinc quia juxta instituta a Cl. Nevtono experimenta pondus cujusque corporis ita respondet quantitati materiæ, ut qua proportione crescit materia, eadem augeatur pondus, nota erit corporis massa, si innotuerit illius pondus, ut adeo massæ duorum corporum (seu homogenea sint, seu heterogenea) sint directe inter se ut eorundem pondera, sit e. g. corpus grave ut 4. & alterum ut 8. adeoque duplo gravius, ejus massa erit dicenda dupla alterius hoc ipso, quod materiæ quantitas sit ponderi æqualis.

50. *Soliditas* manifestum est indicium corporis præsentis. Fallimur quidem visu persæpe, imponuntque nobis deceptiones opticæ, ubi puras imagines, umbrosaque simulacra pro corporibus habemus, at vero ubi resistentiam advertimus, pressionemque sensibilem, ibi corpus ex vero adesse judicamus juxta illud Lucretii:

Tangere enim, & tangi, nisi corpus, nulla potest res.

Fit quidem, ut ad soliditatem quorundam corporum perpetuo nobis præsentium non advertamus tum ob assuetudinem quandam, tum quia integrantes eorundem partes exiguæ sunt, pariterque inter se cohærentes, tum quia premunt ex omni parte, ut fit in aere atmosphærico, cujus cum immensa sit moles, ingensque pondus undequaque nos premens, ejusdem tamen pressionem non sentimus; nam quamdiu fluor undequaque in omnes partes sursum, deorsum, recta vel oblique mutuas suas pressiones exercet, tamdiu actiones

istæ

iſtæ ſeſe mutuo tollunt, ut ſint inſenſibiles, ac quaſi nullæ, ſicut duo homines æque robuſti, dum alter alteri vectes intentat æquali robore, hoc ipſo vires ſuas mutuo quaſi enervant, inaneſque reddunt, ex quo tamen minime ſequitur, fluido aereo nullam eſſe ſoliditatem, preſſionem, & reſiſtentiam, cum ubi niſus oppoſitus deficit, vires reſiſtentiam non invenientes fiant ſenſibiles, ſtatimque in effectum erumpant: multis experimentis id oſtendit hydroſtatica, & aerometria, unum attingo. ſi quis orificio antliæ pneumaticæ volam manus imponit, nullam ſentit aeris preſſionem, quia æqualiter premit undique, at vero ſi adducto antliæ embolo internus aer educitur, externus manui incumbens adeo fortiter carnoſas volæ partes intra orificium cavitatis deprimit, ut non niſi difficulter, & cum ſenſibili dolore ſeparari poſſit. Eandem ſoliditatem advertes in fluidis aliis, quæ in vaſculis concluſa, ac preſſa aliquantum introrſum cedunt propter poros, quos partes ſolidæ ingrediuntur, ſed iis impletis tandem maximæ preſſioni reſiſtunt, adeoque cum omnia corpora ſeſe premant, ſibique reſiſtant, ſolida erunt, alioquin niſi hanc proprietatem obtinerent, ictu oculi citius totus hujus univerſi adparatus in unicum punctum collaberetur. Cenſet Nevtonus partes illas, ex quibus corpus fluidum conſtat, duras quoque eſſe, eo quod ſecus fieri non poſſet, ut liquores plurimi in conſiſtentem maſſam concreſcerent: corpora omnia, inquit *Newt.*, compoſita eſſe videntur ex particulis duris: alioquin enim fluida non congelarent, quod quidem faciunt aqua, oleum, acetum, & ſpiritus, ſeu oleum vitrioli frigore, argentum vivum fumis plumbi, ſpiritus nitri, & argentum vivum diſſolvendo, & evaporando phlegma, ſpiritus vini, & ſpiritus urinæ phlegma eorum auferendo, eoſque inter ſe permiſcendo, & ſpiritus urinæ, & ſpiritus ſalis eos ſimul ſublimando ad conficiendum ſalem ammoniacum.

 51. *Figu-*

51. *Figuram* corporibus omnibus esse communem *Art.* 1. dixi [nam quodcunque corpus magnitudinis est determinatæ, ejus termini sunt superficies diverso ordine, numero, & magnitudine ambientes, quæ cum innumeris modis possint variari, efficient, ut corpora plurima discrepantibus: admodum inter se modis sint figurata.] En aliquot exempla: grana arenæ transparentis microscopio inspecta (teste Noleto P. 1. *prelect. Experim.*) sunt crystalli magnitudine nucis aromaticæ, seu muscati diversissime scissæ. Sal marinus, vel communis si in aqua dissolvatur, indeque gutta excepta vitro imponatur, exsicceturque, ac microscopio subjiciatur, exhibebit cubulos parvulos *a* (*fig.* 1. *tab.* 1.) sal petræ objicit aciculas, seu minima spicula *b.* eadem figura. Saccharum ita dissolutum sub forma globulorum apparet *c.* Nec minor exhibetur figurarum varietas experimentis aliis per microscopia factis: 1. per isthæc vitra angulum visorium dilatantia conspiciuntur vermes in aceto instar serpentum in tota superficie variis punctis notati. Item ovula vermium, novique vermiculi in illis latentes. 2. Capilli hominis figuræ cylindricæ intus excavatæ crassitie digiti minoris ex variis fibris compositi. 3. Ovula minutissima insectorum instar tegminis reticularis, in quo fila seriatim à centro ad circumferentiam ducuntur. 4. Fibrosa ossium structura in minutissimis piscium squamis. 5. Crus culicis in extremitate conspectum exhibet pedem leonis hirsutum, mirisque unguiculis instructum. 6. Structura cuticulæ nostræ squammosa, & valvulosa miris sanguiferis vasculis disseminata, item papillæ nerveæ pyramidales linguæ. 7. Motus peristalticus intestinorum in pediculo, & structura fibrarum, pororumque in ligno, ac partibus vegetabilium, ex quibus quam variis, diversæque figuræ partibus constent corpora vel minutissima, judicabis.] Utrum tamen corpuscula minima seu elementa ejusdem sint figuræ, an diversæ, hactenus ope microscopiorum detegi non potuit, conjecturæ igitur sunt, quæ hac de re dixerunt Philosophi: nam si dicant eandem figuram esse particulis minimis, eo quod

re

re ita constituta ingens corporum varietas intelligi adhuc possit, per diversam tamen similium corpusculorum coagmentationem, & dispositionem, si inquam hoc dicant, limites statuunt infinitæ Dei potentiæ, qui in creatione mundi hanc vel aliam figuram determinare potuit. — Ceterum figuram particularum lucis, quæ à sphærica eaque lævigata parum, aut nihil differat, sequentibus conjecturis quidam astruunt: 1. quia summa particularum lucis penetrabilitas per omnes corporum poros quacunque directione applicatorum exigere videtur, ut in extima earum superficie summa sit facilitas, quæ non haberetur, si quid extans, aut eminens in aliquo sui ambitus puncto haberent, 2. quia promptissima lucis reflexio, & refractio vix alteri, quam sphæricæ figuræ aptari possunt.

53. De *divisibilitate* corporum in infinitum infinite disputatum est à scholasticis, qua in re censemus inprimis extensionem omnem concipi posse *compositum*, atque adeo magis, magisque divisibilem non quidem divisione physica, sed mathematica, cum ex inextensis velut *punctis mathematicis* nulla intelligi possit composita extensio: fieri nempe non potest, ut duo puncta partibus, ac extensione destituta secundum unam & non reliquas partes se tangant, ideoque necesse est eorum contactum fieri per penetrationem, ita ut, quod inde oritur, idem sit punctum nec extensione, nec magnitudine auctum. Alia igitur quæstio non mathematica, sed physica superest alibi insinuata, utrum corpora viribus naturæ actu dividi possint sine omni termino, an vero deveniatur ad certos limites, ultra quos progredi non licet? qua in quæstione non imaginatio, non conceptus mathematicus, sed experientia erit consulenda, quæ si non manifeste evincit, suadet tamen certos à Deo positos esse divisionis limites, id quod ostendunt sequentes observationes:

Primo crescunt plantæ ex seminibus terræ commissis, nutriunturque ex aliis resolutis plantarum particulis intra idem tempus ad eandem magnitudinem, ac soliditatem, ut olim: si igitur partes nutrientes tam

deciés

decies ſubtilius forent diviſæ, quam ante, etiam plus temporis pro incremento requireretur, alia forma, virtus, & ſoliditas plantis foret. Accipiatur marmor ruditer tritum in pulverem, aliud ſubtilius tuſum, aliud ſubtiliſſime, deinde æquales horum pulverum quantitates cum liquefacta cera ſeparatim miſceantur, apparebit tres iſtas maſſas induratas diverſam habere firmitatem: nonne idem in regeneratione plantarum diſcrimen daretur, quale tamen non obſervatur? idem obtineret in animalibus, & foſſilibus contra experientiam, ex quibus concludendum corpora dividi duntaxat in ſubtilitatem determinatam, hinc illud Lucretii:

- - - - - - Nam ſi primordia rerum
Commutari aliqua poſſent ratione reviſta,
Incertum quoque jam conſtet, quid poſſit oriri
Quid nequeat - - - -
Nec toties poſſent generatim ſæcla referre
Naturam, motus, victum, moresque parentum.

Cum igitur nulla nova producta obſerventur, ſed eadem ſemper animalium, plantarum, mineralium, cum omnibus proprietatibus, genera generentur, quæ ante 100. annos, concludimus illa, quæ reſoluta nutrimentum aliorum fiunt, corpora non diſſolvi in partes infinite parvas, alioquin ex his vario modo conjunctis orirentur diverſiſſimi partium ordines, inde partes, ſeu moleculæ majores diverſiſſimæ, quæ non poſſent non producere corpora nova, diſtinctiſque prorſus proprietatibus prædita, ut arguit Muſſchenbroek *Elem. phyſ. t. I. c. I.*

Ita etiam aqua vel millies deſtillata, & ſpiritus vini poſt centum & amplius deſtillationes redeunt forma priſtina, partibus iterum coeuntibus: mercurii item particulæ poſt quamcunque ignis vi inductam mutationem eandem mercurii formam invicem unitæ exhibent, quod ſane argumento eſt ſingulis his mutationibus minimorum elementorum magnitudinem, figuramque invariatam manere; omnis igitur diviſio deſinit in *ele-*

menta,

menta, *monades*, *unitates naturæ*, *ultima solida*, quod si vel uno experimento probaretur, talem unitatem frangi, dividique posse, tum enimvero corpora infinite divisibilia statueremus: omissa igitur ulteriore hujus divisionis inquisitione, ad experientiam veniamus. Sit igitur.

54. *Propositio prima:* Corpus sensibile in minutissimas partes vel aqua, vel aere, vel igne, aut alio menstruo stupendum in modum resolvi potest. Hanc thesin docent plurima solertium Philosophorum tentamina, quorum aliqua adferam.

1. De *diffusione odorum.* Unica olei cinnamomi guttula pluribus quam 15000. millibus vini guttulis specificum aromatis saporem communicat, & insigni insuper cubiculum replet odore, ut adeo unica illa gutta sit divisa in tot partes, quot sunt guttæ vini, partesque cubiculi, in quibus odor spargitur. Exigua *moschi*, & *zibethi* particula vestes, libros, aliaque corpora majora, ita imbuit odore, ut hunc spirent tempore longissimo: illa igitur particula in tot divisa est partes, quot sunt particulæ, quæ per longum illud tempus emittuntur. Unicum granum *terebinthinæ* in corpus animale assumptæ ita dividitur per serum sanguinis, ut & sudor & cumprimis urina per dies aliquot spargat ad longum spatium odorem inde oriundum. Itineraria referunt fragrantium camporum insulæ Ceylan corpuscula ad 39. etiam milliaria deferri, sicut quoque ex littoribus Provinciæ, & Occidaniæ mira amœnitas ex floribus longissime in mari adspirat. Certe si juxta calculum nostri De Lanis *magist. nat. & art. T. 1. l. 1. c. 1. observ.* 4. unicum granum thuris incensi cubiculum 6000. pedibus cubicis definitum replet particulis 750000000000000 facile judicari potest de majore diffusione & divisibilitate corporum, quæ fit sine notabili ponderis, & substantiæ diminutione.

2. De *tincturis.* Dimidium grani substantiæ coloratæ ex tribus ligni nephritici granis extractæ 346376. aquæ guttulas colore inficere potest, & quælibet guttula divisibilis adhuc est in plures partes coloratas. Item

aliquot

aliquot guttulæ solutionis auri si immittantur mensuræ aquæ, totidemque guttulæ solutionis stanni adjiciantur, eidem colorem rubini inducunt, qui per plures deinde aquæ mensuras dispergi potest, tincturæ igitur istæ in tot partes dividuntur, quot sunt partes sensibiles corporum, quæ tinguntur. Testatur De Lanis, gumma lacca, quæ exiguo juglandis cortici implendo sufficiat, eam aquæ copiam intenso colore tingi, quæ satis est ad 1000. folia papyracea ex utraque parte eodem colore imbuenda: quot non in illis punctula colorata notari possunt! unicum phosphori animalis granum per plures, quam 147840. spiritus vini rectificati guttulas expandi potest, ita ut quælibet gutta in tenebris lucem, odoremque satis notabilem spargat. Quo referri possunt ea, quæ medicam minimarum molecularum communicationem ostendunt: sic vitrum, & regulus antimonii vinum, & aquam affusam vi emetica imbuunt pondere, & viribus, licet pluries fuerint affusa, vix imminutis. Item mercurius vivus aquæ communi incoctus virtutem communicat vermes enecandi salvis semper viribus, etsi millies hoc fiat.

3. De *Solutionibus* aliqua attingam: uni vitro si imponas minuta quædam cupri foliola, & alteri modicum quid limaturæ ferri, aut chalybis, ac utrique mediam unciam aquæ fortis infundas, in primo vase orietur modica effervescentia, metalli volumen minuetur sensibiliter, calefiit liquor assumpto colore viridi, tandem evanescentibus cupri foliolis vapor ultra vitrum se elevans advertetur. Idem fere accidit in altero vasculo, nisi quod effectus citius, ac violentius sequatur, colorque ad rubrum accedat proxime. Ex quibus vides, quantum rationibus medicis prosint hujusmodi solutiones metallorum, quæ nisi divisæ in partes intimas, curandis animalium corporibus adhiberi non possent.

4. De *ductilitate*, qua admodum gaudet aurum, fuit teste Musschenbroek Augustæ Vindelicorum artifex, qui ex uno auri grano filum duxit 500. pedes longum, adeoque id actu potuisset dividi in 3600000. conspicuas

partes:

partes: nam multiplicato pedum numero 500. per 12. numerum pollicum cujusque pedis productum dabit 6000. numerum nempe pollicum, qui in ea fili longitudine continentur: sed singuli pollices in 600. visibiles partes dividi possunt, itaque invicem ductis numeris pollicum 6000. & visibilium partium 600. erit productum 3600000. visibilium partium in ea fili longitudine contentarum numerus. Certe prodigiosa sunt, quæ *Cl. Reaumur* de ductilitate corporum attulit in monum. Acad. Paris. ad an. 1713: ostendit nempe lamellam auream super fila argentea inductam ita aliquando extenuari, ut crassitie $\frac{1}{1000000}$ lineæ non excedat, artemque eo processisse, ut particulam auri crassitie lineam saltem æquantem in 1000000. lamellas sensibiles dividere possit. Rursus docet vitrum in fila filis araneæ subtiliora diduci posse, sericum quoque aranearũ, quo illarum ova involvuntur, in exemplum subtilitatis naturæ proponit, contenditque exilem involucri hujus molæculam 6000. fila à se invicem separata continere, qua re abyssum exilitatis in divisibilitate materiæ eleganter demonstrat. Quibus omnibus adjungere possumus observationes microscopicas de animalculis in aceto, caseo, sanguine, aliisque liquoribus observatis, quæ instructa sunt fibrillis, membranulis, venis, arteriis, nervis, aliisque canaliculis, per quos si spectemus circulare sanguinem, mirum non erit, quod insignis Anglus Keillius *Introd. ad veram Phys.* calculo ostendit, quando globulos sanguinis cum aliis exiguis corpusculis e. g. arenulis, & has cum aliis maximis terræ corporibus nempe montibus confert, altissimos quoque montes non posse continere tot arenulas, quot una arenula continet partes sanguineas animalculorum; quod si ita, quid dicemus de spirituosis multo subtilioribus? ut adeo hac de re optime ita canat Lucretius:

-- Exor-

- - - - - - - Exordia rerum
Cunctarum quam sint subtilia, percipe paucis:
Primum animalia sunt jam partim tantula, eorum
Tertia pars nulla ut possit ratione videri:
Horum intestinum quodvis quale esse putandum est?
Quid cordis globus, aut oculi? quid membra? quid artus?
Quantula sunt! - - - - -
Nonne vides, quam sint subtilia, quamque minuta?

55. *Propositio II.* Moleculæ corporum divisæ ejusdem sæpe naturæ sunt cum toto, eandemque non raro figuram servant, quam in composito obtinuerunt.

Pars prima ostenditur per vapores aqueos, qui rursus collecti, & condensati genuina aqua esse deprehenduntur, per exspirationes corporum odoriferorum alia corpora juxta se posita pari, & specifico odore imbuentes, per effluvia metallorum, quæ etsi dissoluta retinent naturam suam metallicam, unde sunt puriora, sulphurea, unctuosa, salubria, vel corrosiva, arsenicalia, vitriolica, nociva.

Altera pars patet ex mercurio, qui licet diverso modo alteratus tamen globularem suam figuram semper retinet, ex salibus, quæ propriis discreta figuris in minimis quoq; partibus etiam post solutionem figuras suas constanter servant, & in crystallisationibus secundum determinatum figuræ schema rursus coeunt, ut ostendit Boylius *de exquisitis salium figuris. Noletus* testatur plura corpora, præsertim mineralia, ut crystallum, & maximam partem lapidum pellucidorum apparere sæpe sub eadem figura in minimis particulis, qua in majore corpore; nempe sub forma prismatis, vel pyramidis hexagonæ. Unde etiam illud perspicitur, quantas actiones præstet natura per vires minimorum, ut patet in medicamentis, aut venenis, quæ exigua mole, & quantitate sumpta, mira tamen operatione ingentem aut salubrem aut noxiam mutationem in corpore animali inducunt.

ARTI-

ARTICULUS II.

De compofitione, porofitate, raritate, ac denfitate corporum.

56. SIcut corpora fenfibilia refolvuntur in partes minutiffimas, ita ex iis eadem variis modis componi eft neceffe, quam compofitionem ex particulis variorum ordinum intelligi poffe docet Muffchenbroek, Mairan *in differtatione de glacie*, aliique hoc modo: concipe duo, vel tria elementa perfecte folida conjungi inter fe, ficque conftituere maffam *primi ordinis* diverfarum fpecierum, fingulæ fpecies hujus ordinis rurfus inter fe jungantur, atque inde orientur maffæ *fecundi ordinis* cum fuis fpeciebus magni numeri, fimili modo efficiatur ordo tertius, aut fi placuerit, quartus, quo progreffu ingens particularum & numerus, & diverfitas formabitur, quæ demum in maffam fenfibilem continuata conjunctione excrefcentes majora corpora conftituent. Dari ejusmodi particularum ordines concludunt Philofophi ex diverfis obfervationibus: chalybeum filum igne duratum multo durius eft molli, duratum tamen a minore pondere difrumpitur, indicio, cohærere in eo magis particulas minoris ordinis, minus autem particulas ordinis majoris, quarum illæ refiftunt limæ, hæ vero difruptioni à pondere appenfo: hos rurfus particularum ordines manifeftat fanguis animalium microfcopio fubjectus, in quo apparet globum rubicundum conftare ex 6. aliis flavefcentibus feorfis, in quos refolvitur, rurfus ferofum quemlibet componi ex 6. aliis lymphaticis. Vide *fig.* 2. *t.* 1. ubi globuli fex, quorum 5. anteriores exhibentur littera a, componunt globulum fanguinis b, ex quibus fex globulis magis compreffis globulus magis compofitus prodibit littera c. Ut ex Leevenhoekio delineat Mairanus.

Hinc perſpicuum erit 1. ex corpuſculis minimis ſibi appoſitis tam ſimilibus, quam diſſimilibus pro vario concurſu, & applicatione oriri poſſe partes primi & alterius ordinis diverſiſſimæ fabricæ, atque inde innumeram varietatem corporum quo ad figuram, magnitudinem, cohærentiam, denſitatem, gravitatem &c. 2. ex concurſu partium ſic diſcrepantium fieri corpora *heterogenea*, qualia fere omnia eſſe corpora ſenſibilia experientia docet: ſic metalla conſtant ex ſale, ſulphure, mercurio; animalium partes præbent ſpiritus, aquas, ſalia volatilia, olea, terras, vegetabilia ex variis ſpiritibus, oleis, ſalibus conflari norunt Chemici. 3. Sicut particulæ cujasque ordinis majoris reſolvi poſſunt tritu, igne, ſolutione, fermentatione, putrefactione &c. ita in formam priſtinam rurſus redeunt, ex quo patet, quomodo per vim ſtructuræ ſeminibus inditam ex diſſolutis unius plantæ, vel animalis partibus creſcant alterius partes, quomodo ex eadem terra, & aqua creſcant Aloe amariſſima, & arundo ſaccharifera, quomodo aqua (quæ videtur maxime homogenea) in vaporem elevata exhibeat nebulas, nubes, decidens ex atmoſphæra formet pluviam, congelata nivem, & grandinem. 4. Etſi fieri poſſet, ut ſolida toto contextu moles ex corpuſculis minimis ſibi perfecte contiguis componatur (ut eſt moles A) paſſim tamen accidere experimur, ut partes integrantes ſuis ſuperficiebus non penitus coeant, ſed relinquant extenſiones inanes, *poros*, *meatus*, *interſtitia*, atque hinc generantur corpora *poroſa* (ut videre eſt in ſpongia b) qualia nobis partim miſcroſcopiis, partim tranſmiſſione liquorum, partim receptione liquidorum intra liquida, partim e diverſa gravitate ſpecifica innoteſcunt, ut adeo præſens corporum ſtatus non tantum annexam habeat diviſibilitatem, ſed & poroſitatem, denſitatem, ac raritatem, ſit igitur.

57. *Propoſitio I.* Corpora perfecte ſolida non reperiuntur, ſed omnia, quæ a nobis tractari poſſunt, deprehenduntur poroſa. Inprimis id evincunt inſtitutæ ope microſcopiorum obſervationes, quibus conſtat omnia ſenſi-

ſenſibilia ſeu in regno minerali, ſeu animali, aut vegetabili corpora eſſe poris inſtructa: tenuis lamella aurea deaurandis corporibus apta plurimos poros ſpectandos exhibet oculis microſcopio armatis, tenues duriſſimorum lignorum, plantarumque tenerarum particulæ novacula abſciſſæ ſecundum quamcunque directionem poros exhibent copioſiſſimos, pluresque, quam partes regni animalis.

Deinde poroſitatem probat tranſmiſſio liquorum per corpora ſolida. Adamas, rubinus, cryſtallus lucem tranſmittunt, quin nullum corpus eſt repertum, cujus ſi tenuis bractea microſcopio ſubjiciatur, diaphana non ſit: digitos oppone foramini feneſtræ in camera obſcura, & tranſeuntem per carnem lucem videbis. Quodnam eſt corpus ſeu durum, ſeu fluidum, quod ab igne non incaleſcat? tranſit ignis per omnia vaſa vitrea, eaque expandit. Penetrat mercurius aurum, argentum, plumbum, ſtannum &c. non aliter, ac aqua ſpongiam. Aqua intrat omnes animalium membranas, omnes vegetabilium partes, ſaccharum, ſalia, arenas, & preſſa tranſit per argentum, ſtannum, plumbum. Spiritus fumans ſulphureus volatilis tingit argentum, multis etiam linteis obvolutum, colore fuſco, ſpiritus nitri Geoffroyanus per poros vitri avolat, vinum per cados ligneos. Ope ſpirituum, in quibus reſinæ quædam ſolvuntur, marmor duriſſimum, & achates tingi poſſunt variis maculis plantarum, piſcium, avium, aliorumque imagines referentibus. Porro ut videas fluidis quoque ſuam non deeſſe poroſitatem, oleum vitrioli certam inter ſe, non aucto volumine, aquæ recipit quantitatem, aqua, diſſoluta unius ſalis quantitate, alterius ſpeciei ſalia recipit. Simile quid accidit in aqua ad ſpiritum vini, aut lixivium ſalis tartari affuſa, ut teſtatur Muſſchenbroek. Confirmari hæc poſſunt ex compreſſibilitate in duriſſimis quoque corporibus obſervata à Mariotto, ac Keillio, quorum ille globulum chalybeum in incudem ſebo, & pinguedine illitam demiſit, conſtanterque obſervavit, globulum eo majus ſui veſtigium in incude reliquiſſe, quo ex altiore loco deci-

cide-

cideret: alter duos globos eburneos, vel vitreos, ex quibus unius ſuperficiem atramento, vel alio colore infecit, allumens expertus eſt, non punctum duntaxat globi incurrentis poſt impulſum alterius colore tingi, ſed & partem ejus ſuperficiei ſat magnam; quod fieri non potuiſſet ſine compreſſione, per quam partes ſejunctæ aliquantum mutuo ad ſe acceſſerunt.

58. Senſibilis iſte corporum ſtatus curioſis varii generis experimentis occaſionem præbuit. Pauca attingam: hiſtoria *Acad. Pariſ. ad an.* 1713. refert, *Hombergium* per argentum, & ferrum traduxiſſe ſalia, per ferrum quidem ſalem quendam compoſitum ex calce vivo, aceto deſtillato, ſale marino, nitro, & ſulphure, qui ferrum non aliter tranſivit, ac aqua, dum filtratur, chartam bibulam, quin aliquid in ferro immutaverit. Per laminam argenteam vero ½. lineam craſſam, aliquam liquatam materiam metallicam, & bituminoſam (quæ ſit ex una parte calcis ex diſſolutione argenti puri extractæ, duabus partibus corroſivi ſublimati, tribus antimonii crudi in pluveres redactis, permixtis, ac deſtillatis) ſuperfuſam nullo foramine facto tranſiiſſe, quin argenti ductilitas minueretur. 2. Notitiam phyſicam de tranſmiſſione liquorum per ſolida ad eximium uſum deduxiſſe *du Fay* teſtatur rurſus hiſtoria prius citata *ad an.* 1728. Inventam nempe methodum memorat, marmor album per tincturas ita colorandi, ut non tantum imitaretur quodcunque aliud, ſed & acceptas per tincturam venulas diverſicolores non amitteret. 3. *Reaumur* ſæpius laudatus inde methodum pororum obſtruendorum ſumpſit in ovis variarum avium etiam peregrinarum incruſtandis vel per pinguedinem vervecum, vel per ceram ad liquiditatem tantum calefactam, vel maxime per vernicem, unde aves peregrinæ ex illius conſilio in noſtras terras traduci poſſint, quas vivas, non niſi cum ſumma moleſtia, per tot marium, terrarumque tractus tranſferres. 4. In Collegiis experiment. Viennenſibus poroſitas ſpeculi oſtenditur hoc modo: huic mundiſſimo creta armorica, ſeu lapide ſaponis inſcribuntur literæ, quæ ita deletæ, ut ne veſtigium

ſtigium adeſſet, rediverunt rurſus immiſſo halitu, cum pinguiores cretæ particulæ poros ſpeculi implentes non ſinant, ut aquei vapores ore efflati in iis locis adhæreſcant. Huc pertinet atramentum vulgo *Symphaticum* alibi explicandum. 5. Præter experimenta menſtruorum poroſitas ligni oſtenditur hoc experimento; fiat ſegmentum ſphæricum cavum a b c (*fig.* 5.) ex ligno duriore utcunque craſſum, vitroque cylindrico agglutinetur, educto ope antliæ ex vitro aere æque mercurius aqua tectus, ne aer penetrare poſſit, ac aqua, cavitatem deim plens, per poros ligni fluit inſtar roris, aut pluviæ tenuis. Si ad patinam antliæ ponas vaſa lignea aere evacuanda, nunquam firme adhærebunt patinæ, quia poros habent aeri pervios: ejusmodi experimenta plurima ſuis locis adferentur.

59. *Propoſitio II.* Quamvis conſtet magnitudinem, multitudinem, & figuram pororum in plurimis corporibus eſſe diverſiſſimam, eorum abſoluta quantitas non tamen conſtat, etſi colligi poſſit comparate ad alia corpora *collata eorundem ſpecifica gravitate.*

Pars prima oſtendi poteſt tum ex innumera partium integrantium diverſitate ſupra inſinuata, tum ex obſervationibus phyſicis, quibus conſtat, menſtrua quædam intrare per poros unius, & non alterius corporis, tum obſervationibus rurſus microſcopicis, quibus, teſtimonio *Malpighii*, & *Leevenhoeckii* plantarum fabricam deſcribentium, tanta pororum varietas deprehenditur, ut vix partibus ſolidis conſtare videantur corpora.

Altera pars inde patet, quia ex omnibus, quæ hactenus innotuerunt, corporibus, nullum omnino ſolidum, nullum non poroſum eſt repertum, ut adeo quantum ſolidi, quantum poroſi ſub quolibet reliquorum corporum volumine detur, detegi abſolute non poſſit: aurum omnium compactum maxime tantum pororum, quantum partium ſolidarum, continere exiſtimat Nevtonus *T. opt. l.* 2. *p.* 3. *prob.* 8. Tertiam partem ſic oſtendo: nihil grave eſt, niſi materia; inæquale igitur duorum corporum ejusdem voluminis pondus indicat

poroſitatem relativam: ſic volumen, maſſaque apparens ligni quercini 20es minus, quam aurum eiusdem volum. ponderans 20es etiam plus pororum continet, quã materiæ propriæ. Rurſus cum gravitas ſpecifica ſuberis ſit ad gravitatem ligni querni ut 240: 870, deducimus plus quam triplum vacui eſſe in ſubere, quam ligno quercino.

60. Ex quibus colliges, quid *rari*, & *denſi* nomine veniat: ſi ſub eodem volumine multum materiæ propriæ per gravitatem ſpecificam inquirendæ continetur, maſſa erit *denſa*, ſi ſub magna laxitate, ſeu extenſione parum materiæ verſatur, *rara* eſt moles quo minus extenſionis poroſæ fuerit in maſſa corporea, eo denſius erit corpus, rarius futurum, ſi plus poroſæ extenſionis in ejusdem magnitudinis maſſa continetur. Sicut corpora frigore denſiora, ita potiſſimum cæteris paribus rariora fiunt calore, eo quod vehementem partibus corporum motum, diviſionemque inducat: inſigne rarefactionis exemplum exhibet Æolipila vaſculum aliquod pomo, aut piro non abſimile ex cupro factum, ita ut pro caudiculo habeat tubulum in exiguum foramen definentem (*fig* 6.) ær a hæc pila calefiat multum, immergaturque ſpiritui vini, vel aquæ, hæc magna vi ingreditur: quod ſi rurſus ignis ſupponatur, aqua vel ſpiritus contentus rarefit in vaporem tenuiſſimum, & inſtar vehementiſſimi halitus ex orificio erumpit: cum enim aer in vaſculo contentus dilatetur, ac rarefiat, fit, ut ſpiritus ab aere exteriore incumbente prematur, inveniensque minorem in concavitate reſiſtentiam illuc protrudatur: quod ſi rurſus contentus ſpiritus igni admoveatur, dilatatur, atque cum violentia erumpit per canaliculum. Verum de rarefactione & condenſatione aeris præſertim, & aquæ agetur alibi.

Dices I. Eſſe corpora quædam admodum poroſa, quæ tamen aquam, alioſque liquores non facilè transmittunt: ſic fruſtum ſuberis, quo laguncula vitrea obturatur, multo levius eſt, quam fruſtum ligni quercini, adeoque illius, quam hujus major poroſitas, cum

tamen

tamen ſuber præ alio ligno impediat evaporationem liquorum. *R* Materiam aliquam non ſemper ideo eſſe magis poroſam, quia poros habet magis apertos, ſed quia pluribus, iiſque minimis eſt inſtructa ut patet in vitro, hinc numerus minimorum pororum compenſare, vel etiam excedere poteſt raritatem ab amplitudine pauciorum pororum ortam. Ratio autem de ſubere eſt, quia conſtat partibus flexibilibus, & ad intumeſcendum aptis, ſeu congerie, ut oſtendunt obſervationes microſcopicæ, folliculorum, lamellarum, & fibrillarum inſtar plantarum: hi ergo utriculi aquam admittunt ad certum duntaxat terminum, expanduntur nempe, & interjectis fibrillis ſeſe invicem complectentibus obſtruunt poros majores. Aliud eſt de ligno quercino, in quo utpote canalibus pluribus rectis ac rigidis inſtructo etſi utriculi intumeſcant, defectu tamen partium flexibilium meatus ampliores obſtrui ſatis non poſſ nt.

Dices II. Eſſe corpora quædam, quæ unius & non alterius generis liquores recipiant, aut tranſmittant: ſic lignum valde reſinoſum olea, & ſpiritus reſinoſos admittit, excluditque aquam: linteum non [illegible] poroſum ad ſex etiam mercurii libras tenet, quod non fit in aqua, & oleis teſte Hombergero: penetrat mercurius aurum, argentum &c. non tamen, niſi magno pondere preſſus, tranſit lignum, & corium, ut experimenta alia alibi exponenda prætercam. *R.* Multiplicem aſſignari a phyſicis hujus diverſitatis rationem, inprimis non ideo corpus unum præ alio faciliorem tranſitum admittit, quia poros habet ampliores, ſed & [illegible] hac potius, quam alia ratione configuratos, quibus hujus præ alio liquoris partes magis ſint proportionatæ. Deinde interſtitia corporis ſolidi abundant ſæpe vel ſalibus, vel oleo, vel ex utroque compoſito ſapone, quæ non niſi à certi generis fluidis diſſolvi poſſint. Rurſus fluida quædam magis tenacia, magisque viſcoſa difficilius ſeſe inſinuant in poros ſolidorum. Denique ſi major eſt vis cohæſiva fluidi cum

 ſolido,

ſolido, quam cum partibus propriis, facilior quoque erit tranſmiſſio.

ARTICULUS III.

Adferuntur notiones de mobilitate, ac vi inertiæ.

61. Mobilitas corporis confundi non debet cum motu, cum hic utpote ſucceſſiva translatio corporum de loco in locum iisdem ſit accidentaria ſicque adeſſe, vel abeſſe poſſit, hæc autem ſit univerſalis omnium experimentali notitiæ ſubjectorum proprietas, vi cujus poſſint ex aliena determinatione de ſtatu quietis ad motum tranſire: experientia certe docet corpus in quiete poſitum impactu alterius corporis opus habere, ut ad motum redigatur, corpus in motu poſitum opus habere impedimento alterius, ut ad quietem redeat, corpus denique in motu poſitum egere novo impulſu, ut ad motum concitatiorem perducatur, ut adeo omne corpus ſeu motum, ſeu quietum in eodem, in quo poſitum eſt, maneat ſtatu, niſi ab alienis viribus iſtum ſtatum mutare cogatur, igitur omne corpus & reſiſtit vi quapiam motui, dum eſt in quiete, & reſiſtit quieti, dum eſt in motu, reſiſtit rurſus motui concitato, ubi fertur remiſſo, quæ vis corporibus inſita reſiſtendi cuique mutationi dicitur *inertia*, de qua agimus.

Hanc corporis proprietatem (qua ſtatum ſuum aut quietis, aut motus, quantum poteſt, conſervat, atque tuetur) ſic deſcribit Nevtonus: „ naturæ vis inſita eſt potentia reſiſtendi, qua corpus unumquodque, „ quantum in ſe eſt, perſeverat in ſtatu ſuo vel quieſcendi, vel movendi uniformiter in directum: hæc „ ſemper proportionalis eſt ſuo corpori, neque differt „ quidquam ab inertia maſſæ, niſi in modo concipien„ di: per inertiam materiæ fit, ut corpus de ſtatu ſuo „ diffi-

„ difficulter deturbetur: exercet corpus hanc vim ſo-„ lummodo in mutatione ſtatus ſui per vim aliam in ſe „ impreſſam facta, eſtque exercitium illud ſub diver-„ ſo reſpectu & *reſiſtentia*, & *impetus*: reſiſtentia, qua-„ tenus corpus ad conſervandum ſtatum ſuum relucta-„ tur vi impreſſæ, impetus, quatenus corpus idem vi „ reſiſtentis obſtaculi difficulter cedendo conatur ſtatum „ obſtaculi illius mutare. Vulgus reſiſtentiam quie-„ ſcentibus, & impetum moventibus tribuit: ſed mo-„ tus, & quies, uti vulgo concipiuntur, reſpectu ſo-„ lo diſtinguuntur ab invicem, neque vere quieſcunt, „ quæ tanquam quieſcentia ſpectantur.

Quid vero vis ſit impreſſa, ita declarat Auth: cit. „ vis impreſſa eſt actio in corpus exercita ad mutan-„ dum ejus ſtatum vel quieſcendi, vel movendi uni-„ formiter in directum: conſiſtit hæc in actione ſola, „ neque poſt actionem permanet in corpore: perſeve-„ rat enim corpus in omni ſtatu novo per ſolam vim „ inertiæ: eſt autem vis impreſſa diverſarum originũ, „ ut ex ictu, preſſione, ex vi centripeta.

Nevtoni mentem explicârunt plurimi alii: Grave-ſandius, Volfius, Noletus, Muſſchenbroekius, & Keil-lius *Introduct. ad veram phyſicam lect. XI.* ita loquens: „ ineſt corporibus vis quædam, qua mutationi reſiſtunt, „ unde eſt, ut difficulter admodum de ſtatu ſuo, qua-„ liſcunque is eſt, deturbentur. Vis vero illa eadem „ eſt in corporibus motis, ac quieſcentibus, nec minus „ reſiſtunt corpora actioni, qua a motu ad quietem re-„ ducuntur, quam ei, qua a quiete ad motum tran-„ ſeunt: hoc eſt, non minor requiritur vis ad motum „ alicujus corporis ſiſtendum, quam prius neceſſaria „ fuit ad eundem motum eidem corpori imprimendũ: „ unde cum *vis inertiæ* æqualibuus mutationibus æqua-„ liter ſemper reſiſtat, illa non minus efficax erit, ut „ corpus in motu ſemel incepto perſeveret, quam ut „ corpus quieſcens ſemper in eodem quietis ſtatu per-„ maneat. Allatis his celebb. Phyſicorum authoritati-„ bus ad experientiam veniamus.

62. Sit corpus aliquod e. g. globus plumbeus A unius libræ quietus, & ex filo suspensus (*Tab.2.fig.7.*) hic in quiete manebit, si nulla causa mutationem inducens accesserit, deinde si in A alterum corpus motum B incurrat 4. gradibus celeritatis, ita illud moveri incipit, ut hoc post impactum aliquid virium suarum amittat: A igitur resistit B in se agenti, cum hæc virium jactura alioquin non fuisset: cur enim motus in corpore impingente minuatur, si nulla est ex parte impacti corporis resistentia? aut cur non corpus motum juxta mensuram motus alterius pellatur? at experientia ostendit contrarium: globus quiescens recipit partem motus a globo impingente, & iste perdit tantum, quantum communicare videtur. Sit porro globus quiescens 30. aut 40. lib. (*Tab.2.fig.8.*) alter globus impingens eundem non eadem, qua ante, vi pellit: si igitur pura duntaxat quies superanda foret, motus eodem modo in exigua, ac massa magna, communicabitur. Rursus observamus, ut corpus A moveatur spatio a d (*Tab.2.fig.9.*) intra tempus unius minuti, vim majorem moventem in b desiderari, quam ubi A idem spatium duobus duntaxat minutis percurret, tuncque majorem virium jacturam in b fieri: est igitur in corpore A vis resistens majori celeritati: ergo resistit corpus quiescens alteri moto. Pariter cum corpus A jam movetur celeritate ut 1. ut velocius moveatur a corpore moto celeritate ut 2. infringit iterum vim corporis b, quod post impactum tardius moveri pergit, ut adeo in corpore A moto vis sit resistendi alteri moto eadem, quæ erat prius in ipso quiescente. Eandem resistentiam experiris, si corpus aliquod gravitate sua deorsum labens manu insequaris, ita ut sentias ex illa corporis cadentis resistentia dolorem majorem, si illud fuerit majus, aut major sit manus insequentis velocitas. Ex quibus omnibus perspicuum fit, extare in corpore quolibet vim conservandi statum suum, & reluctantem adversus vim agentem: cur enim corpus motum impingens in quiescens aliquid virium amittit, nisi quia alterum resistit? per solam certe indif-

feren-

ferentiam vis nulla perimitur: cur corpus motum non niſi cum difficultate ad quietem redigitur, niſi quia in illo vis eſt ad perſeverandum in motu? quæ certe inſtar gravitatis *poſitiva* cogitari debet, cum in ea impedienda non minorem ſentias difficultatem, quam in cohibendo gravium lapſu.

63. Quænam autem vel quanta eſt actio *vis inertiæ*? ſi naturæ phænomena conſulamus, deprehendimus eandem in quieſcentibus ad reſiſtendum motui, & in motis ad reſiſtendum accelerationi motus eſſe in ratione compoſita maſſæ, & celeritatis, qua fit mutatio ſtatus. Si igitur maſſa eſt eadem, quantitas actionis ad reſiſtendum motui proportionalis eſt celeritati, qua poſt amiſſam quietem movetur: ſi diverſæ ſunt maſſæ, quæ poſt amiſſam quietem æqua celeritate moventur, proportionalis eſt ipſis maſſis. Obtinere hoc in omnibus phænomenis corporum durorum, mollium, ac elaſticorum *ceteris paribus* conſtans experientia docet: in impactu corporum durorum celeritas in totam tam incurrentis, quam quieſcentis maſſam æquabiliter diffunditur, ut adeo ſi celeritas eſt major, plus etiam de illa in quieſcens derivetur: plus igitur celeritatis incurrens in hoc caſu amittit, quod argumento eſt quieſcenti majorem eſſe in celerius, quam tardius motum reſiſtentiam. Idem fit in corporibus mollibus: in elaſticis par ſit celeritatis in utriusque maſſam diſtributio, ut adeo etiam reſiſtentia inertiæ proportionalis ſit celeritati, qua corpus elaſticum quieſcens ad motum concitatur, quantum quidem iſthæc mutatio fit ex ſolo impactu, cum incrementum aliud ex elaſticitate ortum impactui non ſit adſcribendum. Idem ſimili modo oſtendi poteſt de reſiſtentia diverſarum maſſarum relate ad eandem celeritatem, ut magis fiet perſpicuum, ubi de communicatione motus agetur.

64. Atque ut clariorem vis inertiæ ideam obtineamus, paucis oſtendemus ſine illa nullam fore unius in aliud corpus actionem, nullum virium decrementum futurum, ſeu corpus quieſcens determinetur ad motum, ſeu in motu conſtitutum ad quietem redigatur;

ſed

age enim, & vim inertiæ ex corporibus sublatam concipe, quid tunc erit in illis nisi pura indifferentia? hac constituta corpora forent perfecte indifferentia ad alterutrum vel motus vel quietis statum: ut igitur iste mutetur, sufficiet sola applicatio vel corporis quiescentis ad motum, vel moti ad quiescens: nulla igitur fiet mutatio, nec quidquam amittet vel corpus motum ex motu, vel, ut ita loquar, quiescens ex quiete: corpora certe in æquilibrio, & perfecta indifferentia constituta. e. g. libra una utrinque in vecte suspensa ita sunt in isto æquilibrii statu, ut si addatur alterutri quarta circiter libræ pars, toto excessu gravitatis de novo additæ moveantur: huicque excessui addito sit perfecte æqualis gravitatio, qui addi duntaxat, & non cum detrimento proprio communicari debet. Pari ratione concludendum erit in casu perfectæ indifferentiæ ad statum mutandum sufficere solam applicationem alterius in altero statu constituti, ut vel corpus quiescens ad motum determinetur, vel motum ad quietem, quin fiat mutatio aliqua, seu determinans quidquam virium amittat.

65. Neque opponi potest 1. sublata inertia haberi impetum, momentum sollicititationis, seu quantitatem motus, quæ æstimatur ex massa, ac celeritate, adeoque dari vim ad actionem unius corporis in aliud explicandā. R. massam tamen, etsi par celeritatem applicatam, perfecte fore indifferentem ad utrumque motus, & quietis statum, quæ indifferentia cum non potius applicetur ad motum, quam quietem, nihil agit: nam inprimis si massa, etsi in statu motus constituta, est mera indifferentia ad transitum à motu ad quietem, ad hoc ut quiescat, satis erit sola applicatio alterius in quiete constituti, & deinde si massa quiescentis nulla inertiæ vi præditi est pura indifferentia ad motum, nulla vis in impactu amittetur ab incurrente. Et certe si massa in motu constituta non est indifferens ad hunc statum, sed active potest determinare alterum ad motum, etiam massa quiescens active alterum

poterit

poterit determinare ad quietem, quo dato non erit indifferentia pura, sed potius vis positiva inertiæ qualem nos adstruimus.

Neque II. sublata etiam vi inertiæ superesse impenetrabilitatem, seu soliditatem corporis, vi cujus possit resistere, determinare, adeoque agere in aliud. *R.* enim allatam proprietatem non opponi motui, cum quo componi potest, sed penetrationi duntaxat, cui resistit: nam impenetrabilitas, ablata vi inertiæ, sola est indifferentia ad motum, & quietem, resistitque duntaxat, si non cesset motus incurrentis, nec tollatur quies quiescentis: at vero intellecta impenetrabilitate & potest cessare motus, & quies tolli, cum etiam motus circularis per ipsos Adversarios daretur sine ulla motus impingente jactura: haberi igitur debet isthæc resistentia per aliud diversum, per vim nempe inertiæ.

66. Ex his omnibus consequitur mobilitatem non esse diversam corporum proprietatem, ipsam vim inertiæ finitam, seu limitatam, qua præcise intellecta corpus concipitur mobile: nam si vis inertiæ vis est conservandi statum suum præsentem, eaque finita est, ac limitata, à contraria superari potest, adeoque inde corpus quiescens est mobile, quod illius vis, qua quies conservatur, superari possit. Neque rursus opponas mobilitatem fundamentum esse motus, illud autem, quod resistit motui, illius non esse fundamentum; cum igitur vis inertiæ in corpore quiescente resistat motui, hunc in illa fundari non posse. R. enim vim inertiæ non resistere motui proprio, sed alieno, adeoque fundamentum esse motus non ex determinatione propria, sed aliena provenientis, sicut licet rigiditas corporum elasticorum resistat compressioni, aut tensioni, ejus tamen attemperatio ejusdem fundamentum esse potest.

ARTI-

ARTICULUS QUARTUS.

Adferuntur argumenta pro vi inertiæ, & satisfit argumentis oppositis.

67. Cum ex dictis corpus quodlibet in hoc rerum ordine sese conetur conservare in statu motus, vel quietis, ita ut in alia, quæ statum illum interturbare nituntur, agat, actioque illa in quiescentibus ad resistendum motui, & in motis ad resistendum accelerationi motus sit in ratione composita massæ, ac celeritatis, vim quandam in corporibus agnoscere debemus, qua motui renisu quodam reluctantur, ita ut corpus impellens tantum de vi sua ac motu amittat, quantum quiescens impulsu acquisivit: isthanc vim, quam experientia cognitam habemus, vim inertiæ primum cl. Astronomus Keplerus, & cum eo posthac alii appellârunt: ex hac non tantum fluit lex tertia Nevtoni in Cosmol. nostra N. 159. exposita, sed & eidem innituntur stabilia mechanices fundamenta.

Verum utrum ista vis *peculiaris* quædam sit corporibus insita, an vero potius reactio illa, ac resistentia corporum in stabilito hoc rerum ordine tum ab impenetrabilitate, tum à gravitate, ejusque nisu, ac directione, tum à causis firmitatis procedat, ac oriatur, an isthæc vis à vi motrice primitiva materiæ æthereæ initio creationis à Deo concessa, & per hujus universalem influxum corporibus omnibus impressa proveniat, illud enimvero est, quod in controversiam adducitur: sit igitur.

68. *Propositio unica*: **Vis inertiæ per alias corporis proprietates explicari non potest, atque adeo est proprietas ab aliis distincta.**

Prob. Si vis inertiæ corporum insinuatis (*N.* 62.) phænomenis innotescens neque tribui potest impenetrabilitati, neque gravitati, neque alteri medii resi-

stentis, seu corporum ambientium vi, ac pressioni, dicendum erit vim inertiæ esse proprietatem ab aliis distinctam: vis autem inertiæ nec potest tribui soliditati, nec gravitati, nec alteri medii resistentis pressioni: igitur distincta erit proprietas, ut impenetrabilitas. Major, ex ipso Adversariorum testimonio, alterius probationis non eget, assumpta igitur prop. probanda erit per partes.

I. Resistentia corporum non potest oriri ab impenetrabilitate: experimur enim corpus ab alio ad motum determinatum non præcise moveri, sed & moveri cum vi, & conatu motus continuandi, cum agat in corpora occurrentia, obstantia, motumque impedire nitentia: istum conatum non advertimus modo in corporibus motis, sed & quiescentibus, quæ conatum adhibent manendi in quiete, cum post impactum incipiant moveri mutata vi, & celeritate impingentis: jam vero iste conatus certe quid amplius est, quam impenetrabilitas: aliud nempe est corpus A, resistens penetrationi cum altero corpore, moveri in B *cum conatu motus continuandi*, quam præcise moveri, aliud est corpus quiescens, impotens penetrari, moveri post collisionem *mutata vi, & celeritate*, quam simpliciter moveri: primum autem experimur constanter: plus igitur experimur, quam corpus præcise resistens penetrationi. Cur enim motus in corpore incurrente minuatur, si nulla est ex parte alterius resistentia? cur plus motus perditur in impactu cum majore, quam minore massa, si pura duntaxat quies, si sola impenetrabilitas est superanda? an non corpora manerent impenetrabilia, etsi nihil virium per impactum amittatur? certe sine vi inertiæ massa, & impenetrabilitas forent pura indifferentia, per quam vis nulla perimitur.

II. Neque vis inertiæ explicari potest per gravitatem, ejusque nisum, ac directionem: illa exercetur æqualiter a corporibus secundum quamcunque directionem motis, corpus quietum vim inertiæ habet secundum omnes, quæcunque concipi possunt, dire-

ctiones,

ctiones, in quibus alterum corpus in ipſum moveri poteſt: pari ratione corpus motum inertiam habet, quacunque directione moveatur: obtineret autem diſcrimen in vi inertiæ pro varia corporum directione, ſi a gravitate penderet. Certe ſi globum cadentem manu inſequaris, ſenties reſiſtentiam, ubi tamen motus, manus, & motus gravitatis tendunt eadem directione, adeoque ubi iſtæ actiones mutuo non poſſunt ſibi eſſe oppoſitæ. Concipe globum ſuſpenſum, ... longiore, in eumque libere pendulum glob... immittatur per arcum in priorem labens, impa... ito vis, & motus aliquid incurrens globus amittet, globusque ſic pendulos motui alterius reſiſtet: at non reſiſtet gravitate: reſiſtentia enim prior eſt, quam vis gravitatis fili renitentia eliſa agere poſſit, idcirco ſi globum ita pendulum per arcum ſurſum moveas, initio vix quidpiam gravitatis advertes, majorem vero, quo magis per arcum proceſſeris: reſiſtit igitur per vim quampiam diverſam, nempe *inertiam.*

III. Rurſus non poteſt explicari per reſiſtentiam aeris: inprimis eadem vis inertiæ (teſte Noleto) corporum in ſe impactorum advertitur in recipiente vacuo, quæ in libero aere, & ſi quæ eſt differentia, ea non eſt admodum notabilis: deinde manus globum cadentē inſequens majorem longe à globo reſiſtentiam ſentit, quam dum eadem volocitate per aerem movetur: illa igitur reſiſtentia non oritur ab aere reſiſtente; quid, quod quæſtio transferatur ad ipſum aerem: unde enim, niſi à vi inertiæ, illam reſiſtentiam obtinet aer, qui in ſtatu ſuo naturali eſt in æquilibrio? denique ſi reſiſtentia globi quieſcentis unice oritur a reſiſtentia aeris, deberet globus magis reſiſtens reſpondere majori volumini aeris: at vero ad majorem reſiſtentiam requiritur duntaxat, ut pondus globi augeatur, quod augeri poteſt invariato aeris volumine.

Demum allata phænomena explicari non poſſunt per reſiſtentiam medii ſubtilioris ſeu ætherei: vel enim medium illud reſiſtit per vim inertiæ, & ſic aſſertio noſtra ſtabilitur: vel per gravitatem, & hoc ex dictis

dici

dici nequit. Certe quælibet liquidi portio cum ceteris est velut in æquilibrio, mutuoque vim gravitatis, qua vel in se invicem, vel in corpora immersa agunt, elidunt, ut hoc in situla aquæ mersa observatur, cujus gravitatem, quo ad aquæ mergitur, vix sentimus. Quid, quod si medium illud æthereum est elasticum tantus profecto est nisus corporis sese restituentis, quanta est compressio juxta leges motuum, ut adeo resistentia, quam in corporibus observamus, non possit derivari a gravitate, & resistentia medii subtilioris.

69. Oppones I. Vim inertiæ statui non posse pro generali corporum proprietate, qualis est impenetrabilitas: nam inprimis hæc consistit in indivisibili, illa e contrario intendi potest: cum enim in eadem massa sit proportionalis celeritati, & hæc semper intendi possit, nullos certe habebit limites. Deinde impenetrabilitas in corporibus perstat semper eadem, vincitur nunquam: at vero vis inertiæ, per quam corpus nititur in quiete perseverare, vincitur semper, & quidem ab exigua incurrentis celeritate. Certe si in indivisibili consistere dicatur, intelligi non potest, quomodo sit proportionalis massæ. Accedit vim inertiæ esse ad opposita, nempe ad motum ac quietem, cum corpus in utroque statu seu motus, seu quietis sese conetur conservare, resistatque cuique mutationi. Hæc objecta facile resolves, si ipsum principium, seu vim inertiæ ab ejus actione, quæ pro varia actionis contrariæ ratione varia esse potest, probe distinxeris.

R. igitur *ad primum*, vim inertiæ consistere quidem in indivisibili, manereque semper eandem, ejus tamen actionem diversam esse, ita ut hujus actionis quantitas respondeat certo modo actioni contrariæ, id quod & phænomenis, & rationi consonum esse videtur: nam & impenetrabile tantum resistit, quantum premitur, atque adeo cum infinitis modis premi possit, infinitis quoque modis resistere potest: si igitur non repugnat, ut impenetrabilitas in corporibus semper eadem pro varietate pressionum varie resistat, cur repugnet, ut vis inertiæ in corporibus semper eadem

cum

cum diverſa actione conjungatur? nam ſicut actualis reſiſtentia impenetrabilitatis major eſt vel minor pro quantitate preſſionis alterius; ita & actio *vis inertiæ* ad conſervandam quietem major, vel minor erit pro ratione actionis contrariæ, ut ex phænomenis colligitur. Neque inde ſequitur *vim inertiæ* vel intendi, vel remitti, ſed actionem duntaxat illius vel eſſe majorem, vel minorem pro actione corporis moti, & in quieſcens incurrentis non ſecus, ac idem corpus vi gravitatis ſuſtentare poteſt majora ſemper pondera, ſi in recte diſtantia à fulcro reciproce proportionalis eſt maſſis corporum. Unde patet reſponſio *ad alterum*: nam eatenus vincitur *vis inertiæ*, quatenus actio quieſcentis in quacunque maſſa ad conſervandam quietem eſt minor, quam actio moti in quacunque maſſa ad conſervandum motum: hinc etſi vis inertiæ, qua conſervatur quies, cedat exiguæ incurrentis celeritati; exigua tamen, aut prorſus nulla dici nequit, ejusdem duntaxat actio reſpective eſt minima, ſi minima eſt incurrentis celeritas. *Proportionalis* autem dicitur maſſæ, quatenus ipſa actio pro vi, ſeu radice ſua ſumitur: ſic in corporibus A & b, quorum maſſæ ſint ut M & m, actio reſiſtendi determinatæ celeritati corporis A eſt ad actionem corporis b eidem celeritati reſiſtentem, ſicut M ad m, adeoque actiones proportionales ſunt maſſis, quatenus actio corporis A totalis eſt actio omnium partium maſſæ M, & pari ratione actio corporis b. Unde ſequitur non requiri ad actiones ejusdem inter ſe, in qua ſunt maſſæ, rationis, ut quantitates actionum ſint quantitati maſſæ homogeneæ e. g. unius vel duorum pedum cubicorum, ſed duntaxat, ut ſint homogeneæ inter ſe e. g. ut actio corporis A ſit ad actionem corporis b, ſicut ſe habent 2. pedes cubici ad 1. *Ad tertium* denique R. vim inertiæ non eſſe ad duo oppoſita *eidem ſubjecto*, ſed ad duo duntaxat oppoſita *inter ſe*, non quidem ſimul, ſed ſucceſſive habenda ex aliena determinatione.

70. Oppones II. Vim inertiæ poſitivam non requiri in corporibus, ſed ſufficientem eſſe indifferentiam

paſſivam

passivam ad utrumque statum vel motus, vel quietis, ut corpus in alterutro perseveret: nam si substantia corporea ex natura sua est ita indifferens, dum quiescit, non potest se ipsam determinare ad motum, & dum movetur, non potest sese determinare ad quietem, unde tamdiu quiescet, quamdiu nulla accesserit causa ad motum determinans, & tamdiu movebitur, donec aliunde ad quietem determinetur: hinc nullam vim positivam exigit corpus perseverandi in statu suo, ut adeo vis inertiæ sit frustranea, sitque sufficiens passiva illa indifferentia ad motum, ac quietem, ob quã necesse est fore, ut corpus quodcunque in eo, in quo positum fuerit, statu perseveret, quemadmodum propter non dissimilem indifferentiam ad quamlibet figuram fieri perspicuum est, ut corpus eam, quam semel obtinuit, figuram servet, donec ad aliam determinetur. Certe vis inertiæ, si qua est in corpore, differre omnino debet ab impetu, quo corpus movetur, cum ita per impetum illud determinetur ad motum, ut inde ipsius quies derivari non possit.

R. per solam hanc indifferentiam intelligi minime posse perseverantiam motus aut quietis conjunctam cum resistentia, nisu, ac conatu illo, quem constanter in corporibus experimur, persistendi in præsente, quem habent, statu: nam si corpus quiescens post impactum alterius corporis moveri incipit, incurrens, ac motum aliquid virium amittit, non per puram indifferentiam, igitur per resistentiam quiescentis. Idem obtinet in corporibus motis, quæ resistunt mutationi ad majorem celeritatem: si igitur in corporibus quiescentibus, & motis vis datur, seu conatus perseverandi in statu suo, plus quidquam illis inest, quam pura indifferentia: nam ut Art. priore dixi, si motum corpus, aut quiescens in perfecta est indifferentia, tunc vel ad motum, vel ad quietem determinabitur, quin aliquid virium amittatur, sicut dato duorum corporum æquilibrio si novum alterutri pondus additur, ita additur, ut toto illo ponderis excessu moveantur sine jactura, aut detrimento gravitatis. Ceterum admissa

vi

vi inertiæ, ad motum conservandum nulla alia causa requiritur, duraretque motus, sicut quies, perpetuo, nisi aliunde interturbaretur.

71. Oppones III. Vis resistendi cuilibet mutationi: quam *inertiam* vocamus, etsi in corporibus tam quiescentibus, quam motis reperiatur, non tamen censenda est distincta ab aliis proprietas, cum phænomena, quæ per illam explicantur, exponi possint per resistentiam *gravitatis*, quo nomine intelligitur ea vis, qua corpora omnia sensibilia non impedita descendunt linea recta ad horizontem, aut si impediuntur, saltem labi nituntur, quæque vis massæ est proportionalis. Suppone enim triplicem casum, quo corpus quiescens resistit impellenti, si urgetur sursum vel oblique, vel perpendiculariter, si urgetur deorsum, si denique horizontaliter impellatur: at vero in primo casu perspicuum est resistentiam oriri à gravitate, cum ea vis sit superanda, quæ opponitur motui sursum tendenti. In duplici alio casu, seu corpus deorsum, seu horizontaliter urgeatur, si addatur vis externa e. g. manus corpus insequentis, impellenti superandam esse vim ex gravitate oriundam ostendi potest ex principiis mechanicis de resolutione virium.

R. inprimis cum Noleto in casu, e. g. quo globus è filo suspensus sursum per arcum movetur, non prius esse resistentiam ex gravitate oriundam, quam ubi globus ex situ verticali recedit: mutatio ergo situs prior esse debet, quam resistentia gravitatis: cum igitur in ipso situ verticali resistentia globi ab alia vi activa superari debeat, necesse est globum prius resistere per vim inertiæ, quam per gravitatem sensibiliter resistere possit. Ceterum in motu, quo corpus sursum impellitur, etsi pars reactionis in impellens gravitati, non tamen tota reactio eidem est adscribenda, cum hæc in eadem massa crescat pro ratione celeritatis impellentis. In duplici alio casu (quidquid sit de viribus componentibus, quæ juxta alibi dicenda æquales, ac oppositæ sese destruunt, ita ut vi harum actionum obtineatur æquilibrium) manifestum est,

eſt, nullam dari oppoſitionem gravitatis, ejusque actionis cum vi externa e. g. manus, quæ cadens velocius inſequitur, cum actiones iſtæ tendant in eandem plagam, eademque linea: cum igitur hoc non obſtante ſentiatur magna reſiſtentia, neceſſe eſt dari aliam radicem reſiſtentiæ præter actionem gravitatis, nempe vim conſervandi motum præſentem, & reſiſtendi motui velociori.

72. Oppones. IV. Admiſſa vi inertiæ à gravitate diſtincta, longe alia, quam nunc per ſtaticam, ac mechanicam obſervamus, æquilibrii, ac motus phænomena debere apparere: ſic in duobus corporibus per vectem A b (*Tab.* 1. *fig* 10.) connexis ſi diſtantiæ illorum à fulcro ſunt reciproce maſſis proportionales, non conſtituetur æquilibrium, in corporibus aliis, quorum unum A *fig.* 11. incumbat plano immobili, & alteri corpori E connectatur per funiculum circa trochleam d. ductum, non ſequetur motus utriusque, prout de facto fieri obſervamus, ut præteream obſervationes alias mechanicas ſuis locis fuſius exponendas. R. id minime ſequi: ſi enim *vis inertiæ*, qua corpora reſiſtunt eidem celeritati, proportionalis eſt maſſæ, ſicut gravitas, ſpectata duntaxat illa eadem phænomena ſequerentur in quacunque machina, quæ ſequuntur ex gravitate, ſi ſupponantur dari ſimiles ſollicitationes ad motum, præciſa gravitate, in eandem partem, quales dantur ex gravitate: ſic in primo allato caſu erit æquilibrium, ſi ſollicitationes ſint ut ex gravitate, in altero caſu eodem modo ſequetur motus, ut ex gravitate, ſi in uno corpore ſollicitatio eſt efficax, in altero, propter obſtaculum, inefficax, ut adeo vis inertiæ unius à vi inertiæ alterius ita vincatur, ac gravitas unius à gravitate alterius. Quod certe etiam ſupponit: gravitate fieri eſt neceſſe, cum niſus ad motum ex gravitate ſit niſus totius corporis, atque adeo etiam vis inertiæ, propter quam igitur in machinis, quibus phænomena motus, & æquilibrii ex-

 ploran-

plorantur, nihil diversitatis observari debet, etiamsi auctis ponderibus experimenta instituantur.

ARTICULUS QUINTUS.

Utrum præter vim inertiæ, aliasque notas corporum proprietates admittenda sit vis attractionis Nevtoniana?

73. INgens dissidium est inter modernos Philosophos Anglos, Gallos, Germanos, quorum alii Nevtonum, Cartesium alii sectantur, utrum phænomena naturæ omnia fiant per mechanismum, an aliqua per attractionem à viribus mechanicis diversam? Cartesiani attractionem pro commento ingenii habentes, caventesque, ne hac admissa qualitates occultæ, aliaque monstra studio Baconis, Galilæi, Cartesii, Torricellii, Pascalii, Boylei profligata velut agmine facto rursus per porticum in philosophiam irrumpant (ut habent *acta Erudit. Lips. ad An.* 1710.) phænomena omnia, ut cohærentiam, gravitatem, vim magneticam, motus variantissimos siderum, fluxum marinum, ascensum liquorum in tubulos capillares, solutiones, præcipitationes, crystallisationes &c., per figuras, dispositiones, habilitates, ac impulsus explicant, seu per leges mechanicas à vi inertiæ pendentes, in cujus subsidium materiæ æthereæ varias tribuunt functiones tanquam rotæ supremæ in magno horologio mundano. Nevtoniani è contrario actiones in natura dari censent, vi cujus corpora sese attrahunt, & ad se mutuo accedunt, non pendentes à viribus mechanicis, & oriundas a principio alio diversa longe a mechanicis lege operante, quod principium attrahens, seu *vim atractricem* appellare consueverunt. Quid in hac controversia sentiat Nevtonus, quid ejus sequaces, ex illorum monumentis fusius erit exponendum.

74. Quan-

74. Quantum ex Nevtoni scriptis connjicere possumus, videtur *attractio* universalis esse materiæ proprietas minimis etiam corporum elementis initio ab Authore naturæ elargita, sicut est extensio, soliditas, & vis inertiæ, ab eaque elementorum attractione compositorum inde corporum attractionem pendere, adeoque illius non aliam quærendam esse causam, vel principium præter Dei voluntatem, ita elementa corporum constituere volentis, ut finibus sibi ordinatis apte respondere possint. Minima sane corporum elementa seu in duris seu fluidis, quæ componunt, corporibus hac vi invicem cohærere ex phænomenis, ac experimentis infra adducendis colligitur: singula præterea minima elementa saltem pleraque constant partibus tanta cohæsionis vi sibi conjunctis, ut nec naturæ, nec artis viribus divelli ab invicem possint, argumento sane luculento, eas elementorum particulas initio coaluisse voluntate Dei, atque adeo cohæsionis, & attractionis vim ab eodem fonte esse mutuandam. Ceterum quæ sit attractionis vera causa, ac principium, ignotum hactenus (intima corporum substantia sensus nostros effugiente) satis est, si ostendi possit corpora sese mutuo petere, conjuncta cohærere, idque nulla fieri impellente causa, quæ pateat, aut assignari possit, atque adeo attractionis nomine ea phænomena intelligantur, quæcunque sit eorum causa. Audi ipsum Nevtonum *Opt. l.* 3. *q.* 31. ita loquentem: ,, qua causa efficiente hæ
,, attractiones peragantur, in id vero non inquiro:
,, quam ego attractionem appello, fieri sane potest,
,, ut ea efficiantur impulsu, vel alio aliquo modo no-
,, bis ignoto. Hanc vocem *attractionis* ita hic acci-
,, pi velim, ut in universum solummodo vim aliquam
,, significare intelligatur, qua corpora ad se mutuo
,, tendant, cuicunque demum causæ attribuenda sit
,, illa vis: jam ex phænomenis naturæ illud nos
,, prius edoctos oportet, quæ corpora se invicem
,, attrahant, & quæ sint leges & proprietates istius
,, attractionis, quam in id inquirere par sit, quanam

„ efficiente causa peragatur attractio. Eleganter rursus, ac provide mentem suam oxponit *Princip: l. 1. defens. VIII.* his verbis: „ Voces autem attractionis, impulsus vel propensionis cujuscunque in centrum indifferenter, & pro se mutuo promiscue usurpo, has vires non physice, sed mathematice tantum considerando: unde caveat lector, ne per hujusmodi voces cogitet me speciem, vel motum actionis, causamve, aut rationem physicam alicubi definire, vel centris (quæ sunt puncta mathematica) vires, vere, & physice tribuere, si forte aut centra trahere, aut vires centrorum esse dixero. Itemque eodem libro *sect. XI.* ita ait Nevtonus: „ qua de causa jam pergo motum exponere corporum se mutuo trahentium considerando vires centripetas tanquam attractiones, quamvis fortasse, si physice loquamur, verius dicantur impulsus. Prætereo alias Nevtoni de attractione expressiones prolixe ab aliis Nevtonianis citatas.

75. Mentem Nevtoni uberius exponit Wolffg. Krafft *in praelect. suis Acad. tab. X.*, ubi attractionem dicit causam motus alicujus per experimenta stabiliti, quo corpora ad se mutuo tendunt, qui per vires ordinarias, percussionem aut pressionem, explicari nequit, quam causam seu dicas cum Nevtono *attractionem* seu cum Mariotto *[illegible] mutuum, adhaerentiam, mutuum unionis*, seu cum Jurino *congruitatem, cohaesionem, [illegible]*, perinde est. Si igitur motus aliquis explicari non potest per vires *mechanicas*, seu ordinarias, confugiendum esse censet sit. Author ad causas *extraordinarias*, seu ad actionem: at vero ingentem observationum physicarum copiam per vires ordinarias explicari non posse, aut per hypotheses duntaxat fictas exponi posse pro certo habet: qui igitur nomine attractionis offenduntur, iis demonstrandum erit, corporum omnium motum fieri per impulsum, quod hactenus a nemine est factum nisi per hypotheses male consarcinatas.

Qui

Qui autem ad explicanda phænomena ejusmodi vires extraordinarias adhibent, in duas classes distinguuntur. Alii attractionem cum Newtono sumunt pro conatu quocunque corporum ad se invicem accedendi, qui solis legibus motus a vi inertiæ pendentibus explicari non possit (suppositis etiam in corporibus aliis proprietatibus, extensione, divisibilitate, impenetrabilitate, mobilitate, figura, inertia) seu iste conatus fiat a principio externo, seu interno. Alii ipso Newtono, quo tamen duce hæc vox in philosophiam inducta est, audentiores, considerant attractionem tanquam principium internum, cujus actio, etsi difficulter conceptibilis, supponatur, unde illorum attractio dici potest *hypothetica*, aut *hypothetica*, & illorum *Empirica*, quæ phænomenon constans supponit, ac intra hos limites subsistit.

76. Muschenbroekius *in Elem. phys.* C. XVIII. de attractionibus corporum ita habet: „quotiescunque „distantia, & libere posita corpora ad se, absque „causa extrinsecus pellente, aut movente cognita, accedere animadvertimus, vel quoties soluta corpora solo contactu fortius cohærere, quam ex proprio pondere fluerent, sine causa premente externa observamus, utrumque phænomenon attractio vocatur, ejusque causa *vis attrahens*. Subjungit §. [illegible]: pluri„mis in occasionibus corpora ad se invicem ferri ob„servamus, causam aliquam extrinsecus pellentem „quærentes nihil detegimus, quamvis summum la„borem in ea investiganda posuerimus. Qui tamen „proinde ejusmodi corporum motum impulsioni ex„ternæ adscribit, causam tamen [illegible] „ignotam effectui assignat: qui [illegible] „negant, iis ostendendum [illegible] „semper impulsione ad [illegible] „aliquam impulsionem assumendo, [illegible] „sed ope observationum, vel [illegible] „rum, & in sensus inc[illegible] „do, quoniam hoc à nullo mortalium huc [illegible] „factum est, voce *attra*[illegible]

 plus

„ pius experti, quod non ad unam natura fo[illegible] m „ opus suum præstet, sed ipsa varietate se jactat.

Si unquam, in hoc certe argumento [illegible] da est lex in proleg. nostris explicata, nempe [illegible] plures rerum naturalium causas esse admittendas, q[illegible] quæ veræ sint, & earum phænomenis explicandis sufficiant, unde si ex observationibus phænomenorum, ac experimentorum ostenderimus, dari in natura actiones mutui accessus, unionis, aut conjunctionis, quæ non fiant juxta leges mechanicæ notas, aut à vi inertiæ pendentes, in leges physices, cujus est principia rerum ex phænomenis derivare, minime offendisse videbimur, si statuamus principia alia a mechanismo omnino diversa, diversaque a mechanicis lege agentia. Cum vero hujus loci non sit præcipua argumenta à gravitate universali, vi magnetica, fluxu maris &c. derivata adferre, ea quidem suis locis fusius tractanda reservamus, generalia hic, magisque obvia phænomena commemorasse contenti. Sit igitur.

77. *Propositio unica.* Necessitas explicationum physicarum magno numero postulat, ut confugiamus ad vires extraordinarias à mechanicis distinctas, seu deinde illæ dicantur attractiones, seu propensiones, cohæsiones, adhærentiæ, seu alio nomine appellentur: nam cum in interiorem corporum substantiam sensibus penetrare nobis concessum non sit, multa sunt, quæ esse, concedimus, qualia sint, ignoramus.

Inprimis igitur omnium corporum firmorum partes minimæ inter se fortissime cohærent, atque inde massas majores componunt: accipe metalli, vel ligni, vel alterius corporis frustum aliquod, ejus certe partes ita inter se cohærent, ut non nisi cultro, vel lima possint separari. Quid porro est illud, quod particulas has tanta firmitate sibi mutuo conjungat? aeris pressio hujus cohærentiæ causa esse non potest, cum omnia fi[illegible] cohæreant etiam in vacuo Boyleano: neque quies Cartesii vim ullam habet, sed supponit id quod est in quæstione: neque æther

huc

huc advocari potest, nisi per fictam hypothesin: nam quantæ densitatis deberet esse fluidum illud, quod tanta vi minimas corporum moleculas comprimeret? certe ultra 10000es argenti vivi densitatem superare deberet, quo supposito quomodo motus omnium corporum fieri possent ea, quam experimur, constantia, ac celeritate, non intelligo. At vero ad firmum corpus satis erit, ut partes rerum primitivæ sibi mutuo, cuneorum instar, sint infixæ, aut secundum planas earum superficies adhæreant? at vero ita resisterent duntaxat separationi per vim inertiæ, cum tamen ita sibi mutuo adhæreant, ut validius, quam per vim inertiæ præstare possint, pressioni, ac divisioni resistant. Contemplare cum Hambergero liquefactionem metallorum, qua illorum conjunctio maxima parte tollitur, cum tamen frigefacta ita concrescant, ut illorum partes rursus copulentur: quis enim credat istam partium conjunctionem haberi per aliarum texturam, & complicationem? quis intelligat, quomodo vis, & motus ignis dissolvat texturam partium? aut quî fiat, ut illo recedente partes refrigeratæ complicentur denuo, ac copulentur?

Porro isthæc partium corporis firmi attractio aliis experimentis evincitur: si imponantur sibi mutuo duo vitra plana, polita, munda, & sicca: apparebit, quanta vi opus sit, ut ea elevando rursus a se separentur, adeoque vis illa, qua partes sibi proxime applicatæ, inter se cohærent, superetur. Idem accidit, si superficies planissimæ metallicæ, aut alia marmora polita plana sibi mutuo imponantur: cohærent hæc corpora ita sibi firmiter etiam in loco aere vacuo, ut adeo aer in suspicionem causæ venire non possit. Celeb. Desagulierius conjunxit inter se duos globos vitri purissimi, atque unum alteri apprimendo effecit, ut illi se mutuo contingerent superficie rotunda, cujus diameter esset [illegible] pollicis, observavitque eos ita conjunctos, ut non nisi pondere [illegible] unciarum divelli possent. Idem fit, si in duobus globis plumbeis duæ parvæ rotundæ superficies abradantur.

[illegible]

tur, polianturque cultello, in quibus deinde fortiter inter ſe cohærent, ſi apprimantur, & aliquantum circumrotentur durante appreſſione, ut habet *Muſſchenbröck Eſſai de phyſique p. 275.* Memorat *Sturmius Coll. Curioſi p. II.* parata eſſe duo marmora polita, quæ cum diametrum haberent 2¼ dig. à pondere demum 590. libr. fuerunt divulſa. *Hugenius* duo metalla, & duo marmora nigra ſibi mutuo impoſita, quorum ſuperficies applicatæ erant circiter pollicis quadrati, vi 3. libr. non tam in aere, quam vacuo cohærere obſervavit. *Journal des Sav.* 1672 eadem hæc corpora non tantum in contactu immediato, ſed &, quamvis debilius, in diſtantia aliqua, ſi nempe fila bombycina ſubtiliſſima vitreis planis interponuntur, ſeſe attraxiſſe eſt obſervatum. Curioſa experimenta, variaque inſtituit (*v. diſſert. de cohaſ.*) ſæpe laudatus Muſſchenbroeck in duobus cylindris bene politis, inſtructisque annulis firmis, quales exhibet *fig.* 12. *tab.* 1. hi igitur, quorum baſibus inſertum erat vitrum album, diametri erant unius poll. Rhen. & II. lin: atque dum alter alteri apprimebatur, inferior ſuperiori etiam ſicco ita adhæſit, ut ad ſeparationem opus fuerit ponderi proprio adjicere 1 & ½ *granum*: madefacti aqua pro ſeparatione indigebant 9. *unciis*, etiam dum uterque aquæ fuit immerſus; illiti oleo raparum 8. & *dimid. unc.* calefacti ungebantur ſebo, dein refrigerati ſeparabantur 298. *lib.* imbuti cera flava 230. pice 850. *lib.* Cautela adhibita eſt, ut disjunctio fieret eodem frigore, adhibito nempe thermometro Fahrenheitiano 50. gradum oſtendente. Simile quid obſervabatur in cylindris alterius materiæ, aliarumque baſium: ſic cylindri e cupro flavo ſicci *diametri I poll. Rhen. II. lin.* cohærebant vi *II.* [illegible] affuſa aqua *II. gran.* oleo raparum [illegible] pice colophonia 850. *lib.* glutine animalium plus 90. *lib.* ſebo 800 cera 900. *lib.* pice 1400. *lib.* appenſis rumpebantur annuli cylindri conjunctionem ſervantibus. Alii cylindri ex marmore albo diametri ampl. quam 1 *dig.* & 1. *lin.* uncti ſebo cohære-

bant

bant vi 1150. *libr.* a[illegible] diametri 2. *dig.* 7. *lin.* [illegible] vi 200. *lib.* [illegible]. Itaſne cohæſiones adſcribes preſſioni atmoſphæræ aereæ? at [illegible]modi experimenta facta ſunt in vacuo, ubi cylindri marmorei cohærebant etiam [illegible]. ponderib[illegible] appenſ[illegible]: certe pondus columnæ atmoſphæricæ premens in baſin *II. dig. Rhen. & VII. lin.* non æquat pondus 90. *libr.* Amſtelodam. vel Pariſ. at vero longe majoribus opus erat ad cylindros, quorum baſis minor fuit non prorſus 2. digitorum, divellendos.

78. Non minus corpora fluida, quam firma attractionem exercent: patet id potiſſimum ex duobus chartæ foliis oleo illitis, ſibi[illegible] admotis, ex ſphærica guttarum figura, ex ſubitaneo duarum guttarum contiguarum confluxu. Mutatur quidem figura globoſa guttarum aliquantum, dum ſuperficiei planæ & mundæ inſiſtunt, partim a pondere ipſius guttulæ, partim etiam a vi attrahente majore, vel minore plani, cui inſiſtunt, unde fit ut quo planum, cui gutta incumbit, minorem habet attractionem, eo illa pilæ ſit ſimilior: hac de cauſa aqueæ guttæ ſupra folia nonnullarum plantarum ſunt ſphæricæ, quæ vitro, vel metallo incumbentes multo erunt planiores: quo guttæ minores ſunt, eo propius accedent ad figuram ſphæricam, quia minus gravitant. Notabilis certe eſt attractio in guttis aqueæ plantis inhærentibus, in guttis mercurii [illegible] impoſitis, dum ad ſe invicem [illegible], [illegible] citius in ſphæram coeunt. [illegible] quidem [illegible] phænomenon preſſioni aeris cum aliis [illegible] *Curſ. phyſ.* [illegible] 25. atqui contingit [illegible] in vacuo B[illegible], ac in libero aere; invocant alii ſubtiliſſimum æthera, atqui hic non magis comp[illegible]: ſi enim æther ob ſubtiliſſimas [illegible] permeet fluida, ſicque externus comm[illegible] interno, non minus aut compreſſionem, aut figuram globoſam efficiet, ac aer externus, cui eſt [illegible] interno commeatus: figura igitur globoſa ab attractione partium fluidarum oriatur eſt neceſſe: nam virium at-

tra

tractricium, & partium attractarum tunc erit æquilibrium, quando partes æquabiliter à centro distant, seu sphæram formant.

79. Attrahunt quoque corpora fluida firma, ac vicissim attrahuntur, ut adeo attractio universalis videatur esse proprietas corporibus tam firmis quam fluidis conveniens, I. quæcunque fluida vasis puris vitreis, porcellanicis, aliisque infusa ad illorum latera attrahuntur, ad quæ assurgunt, & in medio cavitatem relinquunt, ubi contrarium accidit in mercurio prope latera vasis vitrei depressiore, quem quidem fluidorum ad marginem vitri ascensum frustra deducit *Francisc. Bayle Inst. phys. p.* 153. à pressione minore aeris circa latera vitri, majoremque aquæ, quam aeris cum vitro convenientiam, cum observatum sit à *Boerhaaveo Elem. chem.* aerem æque facile, ac aquam vitro adhærere. II. Si corpus solidum purum, non pingue aquæ immergitur, rursusque extrahitur, exiguam elevat illius fluidi columnam: hinc ut habent *transactiones philosoph.* N. 368. parallelepipedum abietinum, cujus basis erat poll. quadrati, prius humectatum, ex bilance suspensum, & aquæ superficiei immissum ab illa avelli non potuit, nisi pondere æquilibrante 50. granis aucto, fuitque observatum in majore ligni superficie aquam attingente pondus eam ab aqua elevans superficiei fuisse proportionale. III. tubus uno extremo apertus, & in altero linteamine obductus si arena repleatur, erectusque aquæ immergatur, hæc rapietur in illum ad insignem altitudinem. Idem cineribus repletus aquam rapit ad altitudinem 32. poll. & ultra. Idem repletus charta bibula intorta, vix dimidium tubi occupante, attrahit aquam ad altitudinem 153. lin. multoque altius, si tubus accurate tali charta repleatur. IV. ellychnium lampadis oleum attrahit flammæ nutrimentum. Aqua in pannos laneos multum assurgit in loco etiam aere vacuo: sunt nempe in dictis corporibus velut totidem *tubuli capillares*, quorum phænomena nec per pressionem aeris, nec per alias causas mecha-

nicas

nicas explicari possunt, ut in hydrostatica dicetur. V. Sit tabula vitri plani inclinata ad horizontem (*fig.* 13. *Tab. I.*) suspendatur in superficie interiore A b gutta aquæ g, videbis guttam per totam superficiem A b. descendere: nam per gravitatem caderet directione g H. per vitri autem attractionem urgetur directione g C. quæ est perpendicularis ad superficiem A b. movebitur itaque a potentia duplici, atque adeo debebit percurrere diagonalem parallelogrammi, cujus latera sunt g H g c. seu quod idem est, superficiem totam interiorem vitri A b.

80. Nihil vero de variis attractionibus magis convincere potest, quam operationes chemicæ, coagulationes, crystallisationes, absorptiones, effervescentiæ, solutiones, præcipitationes &c. quibus explicandis vires pure mechanicæ minime sufficiunt. Ex multis attingam aliqua, ac imprimis quidem *coagulatio* apparet, quando diversis fluidis sibi affusis corpus firmum oritur a particulis minimis attrahentibus se, tandemque cohærentibus successive, donec majorem massam firmam constituant, quale coagulum constituit alcohol vini mixtum cum albumine ovi. *Crystallisatio* apparet, quando salia in aqua soluta, hac per vapores abeunte, propius sibi admoventur, atque sic crystallos formant, quarum in unaquaque salium specie propria est figura ut in chemia docetur: inprimis enim levis salium pellicula formatur ab iis partibus, quæ aqua orbata relinquuntur, hæc pellicula fortius ad se trahit ex subjecta aqua salem, quam æqualis quantitas solutionis; ipsa fit igitur pellicula, specifice gravior fit reliqua solutione, subsidit, increscitque in partes variæ molis. In quo certe negotio non video, quomodo leges pure mechanicæ efficiant, ut salia minutissime in aqua soluta, deinde in crystallos tam magnas, suique semper similes abeant? Da enim, per me licet, minimis salium particulis figuram quamcunque, illæ per leges mechanicas denique cadent promiscue ad fundum, eumque obducent æquabiliter exemplo argillæ, quæ

in

in aqua ſubſidens æquabiliter ſeſe componit, neque efficit unam figuram in moleculis majoribus, & quamvis caſu efformari poſſit figura aliqua, ut tamen id adeo conſtanter fiat, ut experimenta nos docent, hoc enimvero fidem excedit.

81. Alterum pro attractione argumentum nobis ſubminiſtrat Mercurii cum ſulphure, & ferro ſociabilitas, quam eximius Bœrhaaveus *El. chem. p. II. in foſſilia* diverſis locis deſcribit: floribus ſulphuris in vaſe terreo fluentibus inſpergatur mercurius in minutiſſimos globulos diviſus, maſſa ſpatula ſemper agitata, obſervabitur flores ſulphuris induere colorem fere argenteum, adeoque arcte conjungi mercurio, ut illi patiantur ſæpius igne ſublimari in cinnabarim, quin mercurius à ſulphure ſeparetur. Terantur porro flores ſulphuris cum Mercurio in mortario vitreo, orietur pulvis nigerrimus eodem modo in ruberrimam cinnabarim ſublimandus. Ut vero mercurius iterum ſeparetur, commiſceatur cinnabaris, vel pulvis niger ſcobi ferri, inſtituatur deſtillatio: hoc facto acidum ſulphuris rapietur in ferrum, relicto mercurio ope caloris facile elevando, prioreque, quam ante mixtionem habuit, forma apparituro. In qua operatione vides ſulphur adeo cohærere mercurio, ut hic non obſtante, qua gaudet, volatilitate, ignem ſatis validum ferat. Multa profecto hic per leges mechanicas fieri, explicarique non poſſe exiſtimo: vel enim ſpicula ſulphuris infiguntur partibus ſolidis mercurii, vel globulis duntaxat exiguis quidem, ſed adhuc fluidis? ſi primum, cur mercurius per diſtillationem, cujus certe ignis partem aliquam metallicam fundere non poteſt, non fit fluidior, utpote ſolutis, ex corpoſis ſuis particulis? aut ſi illæ ſcabræ ſunt, cur nihil ex priore fluiditate amittit mercurius? ſi alterum, quæ vis mechanica mercurium fluidum cum ſolidis ſalium aculeis ita conſociabit, ut ignem ſublimationis totius ſine ſeparatione ſuſtinere poſſit? At vero ſulphur, inquies, non infigit mercurio ſpicula ſua, ſed ejuſdem duntaxat globulos vehe-
lut

lut cortice involvit. Quis id credat ? an non igne ſublimatorio fundetur cortex ille, aut in mortario tritura frangetur, ut adeo levior cortex fuſus innatet mercurio graviore ſubſidente, aut ſaltem ſeparatim ſublime petente ? quî fieri poſſet cortex, niſi acidum ſulphuris infigatur mercurio ? aut qua ratione conjunget ſeſe cum glabroſa ejusdem ſuperficie ? cur addita ferri ſcobe craſſis ſatis particulis conſtante à ſulphure relinquatur mercurius, & lenis caloris ope avolet ? dicine poterit, ſcobem ferri ita ab igne agitari, ut diſcutiat aculeos ſulphuris mercurio infixos ? certe nodi hi ſunt difficulter per vires mechanicas diſſolvendi, at paulo majora canamus.

82. Poſtquam argenti pars optima in ſpiritu nitri, & quidem in partes inviſibiles eſt diſſoluta, argentumque in menſtruo ſuo diſperſum hæret; mira poſtea in *reductione argenti ex ſpiritu nitri ſolvente* fieri commemorat Boerhaaveus *L. cit. proceſſu CLXXXV*, quem ad verbum ex illo retuliſſe operæ pretium erit.
,, Unciam argenti puriſſimi in ſpiritu nitri bene diſ-
,, ſoluti dilues in aquæ ſtillatitiæ pluviæ vigecuplo,
,, huic deinde limpidiſſimæ, calefactæ ſolutioni in vaſe
,, vitreo cylindrico impone lamellas politiſſimas æne-
,, as. Ipſo momento incipiet polita ſuperficies undi-
,, que operari, cinereum colorem induere, craſſæ
,, lanugine quaſi ſpiſſe inveſtiri, liquor vero ante
,, aquoſus excolor viridesce[illegible], [illegible] magis, magis-
,, que in ea proportione, qua lamina æris plus ac-
,, creſcit. Si lamina concutitur, [illegible] lenta vagina
,, de lamella decidit ad fundum, [illegible] nova de
,, liquore vagina priori ſimilis denuo accreſcit, co-
,, lor viridis in liquore augetur, lamina minuitur.
,, Excuſſa & hac vagina iterum nova fit, id contin-
,, gat, donec nil amplius [illegible] ſuperficiei accreſcat,
,, Tum relinquitur per 6. horas vas, excutitur cine-
,, ritia lanugo de lamella, [illegible] liquor [illegible]
,, de ſubſidente materie colatur, erit amœne viri-
,, diſſimus, acer, totus [illegible] lamina erit ponde-
,, re, & mole multum imminuta. Materies in fundo

,, [illegible]

„ affusa calida pura abluitur multoties, donec quam „ purissima sit: tum supra ignem purum siccatur penitus, erit pulvis tenuissimus, resplendens, argenteus, dabitque fere omne argentum, quod inter „ solvendum impenderas, nihil penitus acidi, cupri quoque nihil in se continebit. Ex isto processu sequentia observat Author cit. I. massulas argenti cum acido nitri violente rapi ad immissam lamellam ex omni puncto liquoris soluti argenti. II. Quando spicula hæc appellunt ad superficiem æris, politi, acidum trahi in particulam cupri, argenti particulam acido spoliatam stare ante cuprum in superficie ibique ab aliis similibus accedentibus auctam tandem componere vaginam illam mollem. III. fieri dicit Boerh. isthanc attractionem tam nitide, ut ne minimum argenti maneat in priore solutione, unde æs trahit fortius acidum nitri, quam argentum. IV. Actionem hanc constare attractione, & cribratione acidi ex corpore liquidi: transit nempe acidum per æris poros, stant ante hos liberatæ argenti particulæ introire impotentes, acidum nitri in argento perstitit immutatum, in cupro tale perfectum colligitur inde iterum educendum.

Jam vero ut magis perspicuus fiat actionis alius, quam mechanicæ, in his operationibus Chemicis interventus, accuratius aliquantum, quid actiones menstruorum mechanicæ præstare possint, erit explicandum, hinc enim apertum erit, quod Boerhaaveus p. altera Elem. chem. de *menstruis* erudite, ac fuse ostendit, menstrua non agere mechanice, nisi rarius, actionisque causam interdum repeti non posse à communibus motus gignendi fontibus, ut adeo relictis viribus ordinariis ad extraordinarias sit transeundum. Inprimis igitur ut menstrua mechanice agere possint, poris corporis solvendi partibus solidis menstrui sint proportionales est necesse: nam ut corpora solvantur à menstruis, hæc in illorum poros insinuare sese, adeoque interspersas ... ictasque moleculas separare, ac divellere debent, quæ divulsio, aut separatio quo-

modo

modo fiet, si partes menstrui meatuum angustiis sunt majores? spiritus nitri fortissimus parum argenti, plumbive solvet, eo quod salia coeant in majores moleculas illorum poris improportionatas: dilue ejusmodi spiritum aqua, disjectis majoribus globulis evadet ille subtilior, penetrando metallo habilior, ut adeo illico oriatur calor, ebullitio, solutio. Deinde particulæ dissolventes sint figuræ proportionatæ ad subeundos solvendi poros, ut adeo per modum terebræ, vel cunei, vel vectis sese in poros inserere, partesque divellere possint; figuram certe salium constat esse cuspidatam, & aculeatam. Rursus ut instrumenta menstrua agant, certa opus erit applicatione, qua aptior concipi potest nulla, quam si aculei salini aliquantum in interstitia solvendi penetrent, aliquantum emineant, ut hac ratione partes fluidæ menstrui in motu constitutæ in partem prominentem impingant, istoque impactu cohærentes metalli partes velut vecte quodam divellant, laxioresque jugi succussione efficiant. Denique salia tanquam instrumenta inertiæ nihil agent nisi per *motum*, iste nullus erit, nisi accedat *potentia motrix*, hæc aliunde vix esse poterit, nisi ab igne vel externo, vel interno, ut patet in aqua, quæ calida plus salium solvit, quam frigida. Compressio quidem ab aere facta promovet subinde solutiones, nonnunquam impedit: nam pondus atmosphære partibus nimium incumbens impedimento est, ut hæ satis libere moveantur, unde se se tantum lente atterunt, nec multum caloris colligunt, cum in vacuo non pressæ tepidiore motu se atterunt, magisque incalescunt. Imo potest pondus atmosphæræ penitus prohibere solutionem partium, quæ in vacuo vehementer contingit, ut multa experimenta testantur. Hæc sunt præcipua actionis mechanicæ adjumenta.

83. Age modo, totumque chemicum N. 81. relatum processum intentis oculis intuere, videbis ex actionibus pure mechanicis nihil restare adjumenti ad physicam explicationem. Ex dictis salia, partesque

fluidæ

fluidæ menſtrui pura ſunt inſtrumenta ex ſe inertia, veluti cunei, terebræ, aut vectes: egent igitur potentia motrice, ſeu igne: atqui manifeſtum eſt in allato experimento hunc eſſe debiliorem, quam ut allatos effectus præſtare poſſit. En vegetationem chemicam, ſeu arborem philoſophicam teſte *Pernault in dial. le ferment.* ſic parandam! 4. ſcobis argenti probi drachmas, binaſque mercurii in 4. unciis aquæ fortis ſolve, huic ſolutioni ſeſquialteram menſuram aquæ communis affunde, ac in phiala probe clauſa repone: deinde unciam illius ſolutionis phialæ minori infunde, addito piſi magnitudine amalgamate argenti, & mercurii: poſt aliquot minuta conſpicies ex parvo mercurii globulo exigua filamenta aſſurgere, quæ aucta undique frondes protrudunt, arbuſtique ſpeciem colore argenteo inſignem jucundo ſpectaculo exhibent. Vegetationes ejuſmodi chemicæ etſi levi agitatione phialæ diſjiciantur, ignis tamen vi, ac motu diſjici, diſſolvique non queunt, utut in his ſint partes ſalinæ, ac fluidæ menſtrui. Quod ſi ita, cur in noſtro experimento ignis efficeret, ut lamella cupri per partes ſalinas adeo minutim diſſolvatur? longe firmius certe cohæret cuprum, quam vegetatio chemica ante deſcripta, in primo caſu non ſunt plura ſpicula, quam in altero, neque plus, imo minus caloris, ut applicatum ſolutioni thermometrum oſtendit: unde igitur ſolutio in primo, & non in altero experimento? fortaſſis materia plantæ chemicæ dat liberum tranſitum particulis ſalinis menſtruo innatantibus, ut illarum motu non diſjiciatur: at vero nonne ſufficientes adhuc erunt partes ſolidæ in materia corroſa, in quas ſalia impingant? an non eo ipſo quod ſint comminutæ, impelli facillime, disjicique deberent, ut conſtat ex aliis operationibus chemicis? Neque dici poteſt, in lamella cuprea ad argenti præcipitationem adhibita, aculeos ſalis ita inhærere, ut à reliquis partibus circumfuſi menſtrui agitari poſſint, non ita inhærere particulis argenti, ac mercurii vegetationem componentibus. Atqui inprimis obſervationibus chemi-

chemicis constat, in calce argenti, spiritu ni[illegible]ti infixos esse satis firmiter nitri aculeos, [illegible] cumfluo liquore agitari possint, deinde si per agitatos salis aculeos partes lamellæ cupreæ divelli possunt, cur hac agitatione non pariter disjicitur [illegible]go illa argenti lamellam cupream cingens, levique concussu decidens?

84. Tria potissimum esse observata in operatione chimica N. 81. dixi: inprimis ante immissum cuprum, argentum manet suspensum, dispersumque in solutione. Deinde soluto cupro præcipitatur argentum, manetque illud suspensum. Denique ex omni parte advolant particulæ argenti soluti, cupreamque lamellam velut lanugine cingunt. Atqui hæc tria ex principiis mechanicis derivari non posse perspicuum erit, si sequentia perpendantur. Ac primo quidem si spectes leges mechanicas, illarum præcipua actio est, teste Boerhaaveo, ut peracta solutione juxta gravitatem specificam graviora subsidant, innatent leviora, exemplo argillæ in aqua bulliente constitutæ, solutæque, quæ durante ebullitione per totum vas dispersa conspicitur, illaque cessante subsidere, fundumque, relicta aqua limpida, pete[re] observatur. An non simile fieri deberet in argento, quam sit menstruum, graviore? præsertim cum vehemens adeo ex dictis non sit partium menstrui motus. Inquies cum Regnault, partes argenti cum partibus spiritus acidi levioribus junctæ fiunt menstruo specifice leviores, adeoque suspensæ manent; nam juxta *principium hydrostaticum* si corpori graviori addatur corpus levius, ita ut totum complexum pari mole liquidi levius efficiatur, corpus illud non mergitur? hinc vas metallicum aere plenum supernatat aquæ. At vero difficultas hic transfertur ad salem ipsum, cujus certa quantitas semper manet in aqua soluta, nec unquam præcipitatur. Experientia certe constat aquam calefactam plus salis solvere, at [illegible] frigescit, illud omne ad fundum deponere, quod ratione caloris est solutum, determinatam tamen quant[ita]tem tenere suspen-

ſam. Unde arguimus quicquid pure mechanice ſolvitur, ceſſante actione illa præcipitari, ut adeo etiam argentum ſalibus imbutam nonnihil tardius, quam ſolum argentum, ſubſidere deberet.

Ut ut, ultra progrediamur, nec præcipitari deberet argentum per leges mechanicas, nec ſuſpenſum manere cuprum, nec fieri acceſſus argenti ad illud. Cur enim ſpicula ſalis argentum, unde inteſtino menſtrui motu excuti nequeunt, ad præſentiam lamellæ cupreæ relinquant? cur excuſſis ſalibus argentum fundum petat? argenta, & ſalia ſunt ſpecifice graviora aquâ: igitur & compoſitum ex his duobus, unde ſi hoc motu inteſtino prohiberi potuit à deſcenſu, cur non ſolæ argenti particulæ? qua lege mechanica illæ accedunt ad lamellam cupream? fortaſſis ideo, quia fluidum lamellæ contiguum ſit ſpecifice levius? adeoque ut a graviore menſtruo reliquo undique preſſum obtineat æquilibrium, novæ partes ſalinæ advehi debent, quæ ubi in cupro abſorbentur, denuo novæ accedunt, ut ſic continuus fiat partium mixtarum argenti, & nitri acceſſus. At vero hæc omnia ſupponunt vehementem quandam agitationem in ſolutione, quæ tamen non niſi lenem, ac æquabilem requirit. Deinde tantum abeſt, ut aculei nitri in cupro abſorbeantur, ut potius hujus ſolutæ particulæ per totum menſtruum diſpergantur, prout patet ex colore vireſcente, ut adeo continuus fiat itus & reditus nitroſorum ſpiculorum tam verſus, quam à lamella, quo certe per leges mechanicas conſtans ille acceſſus æque impediretur, ac promoveretur. Denique fluidum illud lamellam immediate ambiens, non tam gravius deberet reddi per nova ſalia, quam extrudi, ſicut bullæ aëris, & guttulæ olei non recipiunt ſalia, ſed totæ à circumfuſo menſtruo extruduntur.

85. Plurima ejusmodi per totam Boerhaavei Chemiam occurrunt, quæ ſi animo Philoſophico ab omni præconcepta opinione vacuo perpendantur, manifeſte oſtendant in rerum natura non ſufficere ſolas vires

mecha-

mechanicas, sed requiri insuper actiones alias diversis admodum legibus operantes, id quod unum hic assertum volumus, unde qui nostræ assertioni adversus esse velit, illi ostendendum erit allatis experimentis mechanismum sufficere. Non equidem hoc loco actionum extraordinariarum aut principium, aut modos definio (quod ex observatis plurimis experimentis fieri debet) insufficientiam duntaxat legum mechanicarum, in altera nostra dissertatione fusius exponendarum, initio statim exhibere constitutum mihi fuit. Neque quis dicat, omnia quidem fieri per leges mechanicas, modum tamen absconditum esse ob ignoratam partium minutissimarum dispositionem, habilitatem, figuram, motum, concursum &c. ut adeo corpora, eorumque partes consensiones quidem habeant, & dissensiones, amicam concordiam, qua se invicem complectuntur, aut adversam repugnantiam, qua se respuunt, non quidem per attractiones, sed per impulsus exponendas, experientia cognitas, ratione tamen specialiter, ac explanate non semper determinandas: neque hoc, inquam, quis dicat: nam non inficiamur, multa fieri, per mechanismum, quæ ob ignorationem applicationis exponi non possint; id duntaxat ex allatis observationibus chemicis deducimus, fieri multa, aut non fieri, quæ tamen per leges mechanicas spectata applicatione, & omnibus circumstantiis aliter fieri debebant, ut adeo præter vires ordinarias extraordinarias dari merito concludi possit. Interim igitur adnotamus cum celeb. Bernoullio *hydrodynam. p.* 16. infinita esse alia corporum phænomena, quæ mire admodum cum principio mutuæ gravitationis conveniunt, ut dicendum sit principium ipsum tam alte supra mentem humanam positum esse.

ARTICULUS VI.

Satisfit quibusdam objectis, & subjunguntur nonnullæ adnotationes.

86. PRæcipuum aliorum Philosophorum contra attractiones in genere in eo est, quod Nevtonianos redarguant, quasi occultas scholasticorum qualitates à naturali Philosophia jam dudum eliminatas rursus invehere, phantasticamque philosophandi rationem postliminio reducere conarentur. At vero tritæ hæ sunt, & toties repetitæ querelæ sine firmo satis fundamento: dictum siquidem est *Art. priore* nomine attractionis nihil aliud intelligi, quam ea accessus, & cohæsionis phænomena, in quibus nullius impulsus, nullius mechanismi vel suspicio esse potest: vix autem quid clarum, & manifestum erit, si occultum dixeris, corpora, minimasque eorum particulas se mutua attractione petere, & conjuncta cohærere post tot experimenta, & observationes, quibus ejusmodi accessus, cohæsionesque luce meridiana clarius innotuere. Esto horum phænomenorum causa ignota, & occulta (quamvis alii attractionem extensionis, & impenetrabilitatis instar singulis corporum elementis ab initio concessam existiment) at non ignoti sunt hujus causæ effectus, non occultum est inde innumeras rerum corporearum pendere actiones. Quod si ideo attractionem rejectam velis, quia ejus causa latet, vide, ne totius naturalis scientiæ principia convellas: nam si supra observationes ad causas altius assurgere velis, tum certe etiam pressiones, & percussiones eadem laborant obscuritate, nec melius intelliges, actiones corporum extrinsecus se impellentium, quam attractione in se ruentium: latet enim, quid sit vis, quomodo exeat ex uno corpore in aliud, quomodo corpus transferat, quomodo eidem inhæreat, nihilque

que præter effectus quotidianos videmus, aut intelligimus, ut æque cæcutiant homines respectu principiorum extrinsecus, quam intrinsecus operantium, respectu virium ordinariarum, quam extraordinariarum. De qualitatibus tandem occultis audi Nevtonum ipsum (*Opt. l. 3. q. ultima* ita loquentem: „ Adfirmare singulas rerum species specificis præditas „ esse qualitatibus occultis, per quas eæ vim certam „ in agendo habeant, certosque effectus manifestos „ producant, hoc utique est nihil dicere. At ex phæ„ nomenis naturæ duo, vel tria derivare motus prin„ cipia, & deinde explicare quemadmodum proprie„ tates, & actiones rerum corporearum omnium ex „ principiis istis manifestis consequantur, id vero „ magnus esset factus in philosophia progressus, e„ tiamsi principiorum istorum causæ nondum essent „ cognitæ. Videamus modo, quid objectis Sectariorum generalibus sit respondendum.

87. Oppones 1: attractio vel nulla est, vel inter occultas veterum qualitates necesse est, statuatur: ea enim qualitas, dicitur occulta (teste Volfio *Ont.* §. 189.) quæ *sufficiente ratione* destituitur, seu ut eam definit Chauvinus (lexico phil. tit. *qualitas occulta*) qua res naturales aliquid agunt, vel patiuntur, cujus ratio à priori reddi nequit, aut cujus causa est ignota: atqui ejusmodi est attractio: nam inprimis, ut ex dictis colligitur, ipse Nevtonus tantum abest, ut illius rationem assignet, ut potius eam ab se ignorari fateatur: deinde Gravesandius (*Element. Phys.* §. 4053.) asserere minime dubitat, non tantum ignotam sibi esse causam attractionis, sed & ipsam actionem ex notis naturæ legibus haud posse deduci: itaque attractio numeranda erit inter occultas qualitates, si hoc nomine venit ea corporis affectio, cujus sufficiens ratio dari non potest. R. attractionem multum esse remotam à decantatis illis Peripateticorum qualitatibus occultis, nisi dicere velis reliqua etiam corporum attributa esse ejusmodi: cur enim soliditas generalis statuitur proprietas? non quod per se immediate sit cognita, sed quia naturæ phænomena illam

manifeſtant: quidni dici poterit, dari alias corporum vires, proprietates, aut affectiones (quarum quidem principium externum, an internum ſit, ignoramus) quæ ſpectatis plurimis phænomenis pendere non poſſint à cauſis pure mechanicis? Qualitatis occultæ nomine nunquam arguebantur veteres Philoſophi, quod ingenuum ignoratarum cauſarum teſtimonium dederint, ſed quia abſtractis *formarum informium, ſympathiæ, antipathiæ, antiperiſtaſis, horroris vacui &c.* nominibus contenti, parumque de apparentibus naturæ phænomenis ſolliciti, ſpecificas, & determinatas intrinſecas corporum qualitates pro lubitu ſuo effinxerint, quin illas vel ineſſe corporibus oſtenderint per aliud phænomenon, vel probârint impares eſſe proprietates reliquas ad effectus explicandos, quod utrumque dum Nevtoniani præſtant, longiſſime ſeſe à ſuſpicione qualitatum occultarum removent. Hinc recte Rogerus Cotes in Præfat. ad edit. 2. princ. Phil. Nevt. occultas ait qualitates illas, quarum occulta, & ficta exiſtentia experimentis non comprobata, non item illas, quarum exiſtentia per obſervationes demonſtratur. Neque dici poteſt Nevtonianos explicare idem per idem, nempe actionem attractionis per phænomena, atque hæc rurſus per actionem, quæ nihil aliud eſt, quam ipſum Phænomenon nam ſi philoſophus non explicat idem per idem, ſi explicans, cur corpus manu preſſum non poſſit penetrari, dicat, omne corpus alteri ita reſiſtere, ut illud ex loco ſuo excludat per impenetrabilitatem tanquam proprietatem per phænomena cognitam, certe nec in illud vitium incurrent Nevtoniani, ſi cohæſionem corporum, acceſſum mutuum, aliaque phænomena exponunt per attractionem tanquam proprietatem ex phænomenis notam: eſt quippe phænomenon mutui acceſſus ipſa actio attractionis determinata, & applicata ad particulares circumſtantias, non tamen eſt ipſa actio aliunde cognita, ac ex aliis phænomenis deducta, ſeu univerſim ſumpta, unde philoſophus qui e. g. in negotio gravitatis ex diverſis phænomenis principium aliquod à

viribus

viribus pure mechanicis diversum infert, leges statuit, juxta quas illud operetur, easque cum phænomenis consentire ostendit, tam parum idem exponit, quam parum astronomus, qui ex motu planetarum observato ostendit eosdem moveri in orbitis ellipticis, & assumpto hoc motu elliptico phænomena motuum cœlestium, directiones, stationes, regressiones &c. exponit.

88. Oppones II. ex Eulero Acad. Berol. quod vim determinatam habet, non potest habere vires alias, nisi quæ in illa fundantur: cum igitur omne corpus gaudeat *vi inertiæ*, non potest habere vim attractionis, quæ tantum abest, ut in illa fundetur, ut ab illa sit diversissima (cum per vires a vi inertiæ pendentes phænomena *mutui accessus* explicari nequeant) imo illi præterea opposita, quod sic ostenditur: sint duo corpora in quiete condita, ac intra sphæram attractionis collocata, utrumque se per vim inertiæ in suo statu conservare conabitur, at utrumque simul ad alterum accedere nitetur, qui nisus videntur oppositi. R. inanitatem hujus argumenti facile inde apparere, quod nec in impenetrabilitate fundetur *vis inertiæ*, ut ex dictis constat, nec in vi inertiæ fundari queat *elasticitas*, ut ex dicendis dissert. III. patescet. Ceterum cuique quidem vi determinatæ sua debent esse phænomena, non in alia, quam hac, fundata: atqui si aut phænomena sunt alia aut composita, certe aut principio alteri, aut pluribus viribus ad unum effectum concurrentibus erunt adscribenda. Ex quo constitutum manet, admitti non tantum posse, sed & debere vim in corporibus ab aliis proprietatibus distinctam, modo illa non opponatur reliquis notis corporum proprietatibus, & istæ sint impares omnibus naturæ phænomenis explicandis. Porro seu principium attractionis sit intrinsecum, seu extrinsecum, quod quidem definiri non posse sæpius dixi, nullam tamen inde ostendes oppositionem cum vi inertiæ: nam si *internum* est principium, corpus A ad alterum B non conaretur accedere, sed potius conare-

conaretur, ut alterum corpus ad ſe accedat, adeoque [illegible] orporis A ad B non tribueretur attractioni corporis A, ſed B, viciſſimque acceſſus corporis B [illegible] tribueretur B ſed A; unde A heberet ſolum conatum perſeverandi in ſtatione ſua, trahendique ad ſe B, qui niſus tam parum inter ſe opponuntur, quam conatus hominis in ſcapha conſtituti, qui [illegible] tam ſibi oppoſitam ſcapham conto repelle[illegible], ſuam ſimul ob reactionem alterius in par[illegible] ſuo adverſam trudit: ita quoque contingit [illegible] duorum corporum, per quam mutuus [illegible] ſicut mutua ſcapharum repulſio, propte[illegible] A per attractionem ſuam vincat iner[illegible] B, & viciſſim, quin iſtæ attractiones [illegible] ſint oppoſitæ. Quod ſi attractio ſupponatur principium *externum*, eo minus conatuum oppoſitio oſtendi poteſt, quo magis nobis ignotus eſt modus efficiendi mutui acceſſus.

89. Oppones III. Ideo ſtatui vires *attractrices* extraordinarias, quia plurima explicari non poſſunt per vires ordinarias, preſſionem, ac percuſſionem, atqui hoc argumentum non obtinet: nam ſicut vis inertiæ transfertur ad omnia corpora etiam illa, in quibus experimenta inſtitui non poſſunt, cur non impulſus tribui poſſit actionibus illis, in quibus nulla per illum explicatio deprehendi poteſt? nempe ſicut Newtonianis arguere licet hoc modo: *phænomena plurima explicari non poſſunt per vires ordinarias: igitur dari debent vires extraordinariæ diverſis (licet plurimam partem nobis ignotis) legibus agentes:* ita licebit Carteſianis dicere, *fieri quidem hæc omnia per vires [illegible] vi inertiæ pendentes, etſi modus agendi ſit ignotus.* R. allata lege generali ab omnibus rite philoſophantibus recipienda: *propoſitiones per inductionem conſtituta tenent, donec vel per ipſa phænomena, vel manifeſta ratione exceptioni ſit locus.* Cum igitur nec experimentum, nec ratio vetet, quo minus ad omnia corpora vis inertiæ extendatur, experiamurque illam eſſe in omnibus experientiæ noſtræ ſubjectis corporibus,

quid

quid prohibet, quin univerſim admittatur? At vero oſtendimus *Art. priore*, ſolam vim inertiæ non ſufficere phænomenis omnibus, ita ut hæc inde vel ſimpliciter fieri non poſſint, vel contraria fieri debeant. Profecto non negamus multa fieri per vires à vi inertiæ pendentes, quæ ob ignoratas circumſtantias, applicationes, aliosve modos explicari non poſſunt: at id evincimus, plurima non fieri poſſe, aut contraria fieri debere, ſi ſolas mechanicas vires, legesque ſequaris. En brevis priorum ſynopſis! cohæſio quorundam corporum firmiſſima neque ex vi inertiæ, neque ex figura eorundem, neque ex preſſione externa ſeu aeris, ſeu ætheris derivari poteſt, igitur aliud ſit cohæſionis principium eſt neceſſe. Rurſus in experimento chemico ſupra adducto eadem ſpicula nitri eidem liquori immerſa, eodemque igne agitata agunt in cuprum, non agunt in vegetationem chemicam: eadem hic eſt applicatio, idem motus, cur non idem effectus? particulæ cupri excutiunt particulas nitri ex argento, cur non viciſſim? & argentum, & cuprum ſolvitur ab eodem nitro: igitur datur congruentia pororum, figura ſalium requiſita, fluidum ab igne agitatum, non tamen idem effectus. An hoc præciſe eſt ignorantia circumſtantiarum, applicationum, modorum? ſi omnibus ſimilibus effectus jam ſequatur, jam non ſequatur, imo ſi tunc ſequatur, quando major, non ſequatur, ubi minor eſt reſiſtentia, ex quibus omnibus mirum videri non debet, ſi confugiat philoſophus, ubi opus fuerit, ad alias vires, relinquatque mechanicas, illas ultro amplexurus, quando ſufficientes videt.

90. Oppones IV. Si ſpectentur ea naturæ phænomena, ex quibus Nevtoniani attractionem inferre ſolent, eo cogemur, ut non unum, ſed tot genera attractionum, quot fere genera ſunt phæn., dari dicamus: tam diſſimiles quippe, tamque inter ſe contrariæ ſunt leges, quibus phænomena ipſa ſubjiciuntur, ut una omnium cauſa efficiens eſſe non poſſit: nam ſi experimenta gravitatis ſequi velimus, non

aliter

aliter ſtatui poteſt, quam vires attractionum eſſe in *ratione duplicata reciproca diſtantiarum*: ſi ſpectentur phænomena liquorum in tubulos capillares aſcendentium, attractio fieri debet in *ratione ſimplici reciproca* diſtantiæ, attractiones aliæ ſpectata corporum cohæſione fient in ratione altiore, quam duplicata diſtantiarum, cum maximæ ſint in diſtantiis minimis, & nullæ fere in majoribus, adeoque non una ſufficere videtur ad explicanda naturæ phænomena vis attrahens, ſed plura illius virtutis genera eſſe ſtatuenda, ut naturalium effectuum ratio reddatur. R. eandem difficultatem eſſe in mechaniſmo, ubi in plurimis phænomenis confugiendum eſt ad materiam ſubtiliorem ætheream, cui variæ adeo functiones, actiones, ac vires à Carteſianis aſſignantur, ut Prothei inſtar pro ratione effectuum diverſas velut formas induere debeat, ut adeo cauſa eſſe poſſit gravitatis, elaſticitatis, lucis, & ignis. Ceterum attractiones ſequi poſſunt leges alias: prout earum principium modificatur per complicationem, & concurſum variarum circumſtantiarum, quas primo ſeparare, & per experimenta ab attractione propria ſecernere oportet, unde ſi conſtiterit actionem attractivam de ſe ſequi leges alias, tum non ſine fundamento vires aliæ conſtituentur: at vero ſi conſtiterit, eandem de ſe non ſequi alias leges, diverſitatis certe in phænomenis ratio a determinatione, concurſu, ac complicatione variarum circumſtantiarum derivari poterit. Interim ſperamus fore, ut conſtanti ſolertiſſimorum phyſicorum inquiſitione, ſicut noſtra, majorumque noſtrorum ætate mira quæque ope matheſeos, & inſtitutorum experimentorum inventa ſunt, principium quoque univerſale in apricum, & lucem protrahatur, ad quod attractiones omnes reduci poſſint, quodque pro diverſa determinatione variis in circumſtantiis varie operetur: contenti eſſe debemus. aſſerta duntaxat actionum extraordinariarum neceſſitate, iis legibus, quæ hactenus detecta, & obſervationum ſubſidio extra controverſiam ſunt collocata.

91. Id

91. Id reliquum est, ut pro fine hujus dissertationis notemus, vim attractionis non recens, ut nonnulli putant, Novtono, aliisque nostrorum temporum Philosophis fuisse deprehensam, cum constet eandem praeclarissimis omnis ævi sapientibus suboluisse. Corporum cælestium ad se invicem gravitationes, ac tendentias, indeque derivatam in orbitis suis constantem revolutionem Jonicæ, & Italicæ sectæ asseclis notam fuisse erudite ostendit David Gregorius in præfatione Astron. suæ, id ulterius evincens, Pythagoram saltem non latuisse universalem gravitatis legem. Hanc gravitatis doctrinam Democrito: Epicuro, ceterisque ejus sectæ probatam fuisse inde liquet, quod Lucretius ab iis edoctus colligat dari *inclinationes Atomorum*, qua complexiones, copulationes, & adhæsiones atomorum fieri, indeque universas mundi partes originem traxisse existimat. En mentem illius l. 2. 220. & seqq. sic explicatam:

Quod nisi declinare solerent, omnia deorsum
Imbris uti guttæ caderent per inane profundum:
Nec foret offensus natus, nec plaga creata
Principiis &c.

Ex quibus Lucretii verbis patet, immerito Epicurum a Tullio reprehendi *L.* 1. *de fin.* quasi ejusdem atomorum declinatio sine fundamento inducta fuerit: mirum potius fuisset, si eam, vel ei quid simile, Atomorum assertores non adhibuissent sine qua certe naturales effectus difficulter explicassent. Nec gravius est, quod adversus eandem declinationem addit Tull. l. c. dum ait: „ Nec tamen id, cujus causa hoc finxerat, assecutus est, nam si omnes atomi declinabunt, nullæ unquam cohærescent: sive aliæ declinabunt, aliæ suo nutu recta ferentur: primum erit hoc quasi provincias dare atomis, quæ recte, quæ oblique ferantur. „ Non enim videtur satis Epicuri mentem assecutus Tullius: ea quippe atomorum declinatio non ita reputari debet, quasi omnes atomi simul,

ſimul verſus eandem partem æqualiter inclinarentur, ſed nihil aliud per illam intelligi debet præter mutuos ipſarum ad ſe invicem acceſſus, & attractiones, quas reapſe in corporibus dari tot experimentis hactenus oſtenderunt Nevtoniani. Hippocrates etiam cum univerſam ſuam Philoſophiam cuidam *propenſioni*, qua nonnulla corpora mutuo afficiuntur, tenentur, & commutantur, quaſi totius operis fundamento ſuperſtruxerit, eam vim agnoviſſe videtur, qua omnes materiæ particulæ ſe invicem trahunt, & trahuntur, ut notiſſimus Anglus *Keil ius disquis. de vi attrahente & animati* oſtendit, ubi docet I. Hippocratem ab iſthac vi attrahente repetere animalium, & ſtirpium, generationem, nutritionemque. II. Pharmacorum vires. III. Non tantum eam poſuiſſe Hippocratem generalem materiæ proprietatem, ſed & quaſdam portiones à quibuſdam fortius, quam ab aliis attrahi.

Baco de Verulamio vir ſummæ eruditionis in præſtantiſſimo opere, *novum ſcientiarum organum* inſcripto, vim quandam magneticam dari inter tellurem, & terreſtria quæque corpora, lunam, & oceanum, inter planetas ipſos, ſuſpicabatur. Eandem quoque tam cœleſtium, quam terrenorum corporum ad ſe invicem propenſionem, & tendentiam ſubodoratus eſt ſagax Keplerus, ut ex libri *de motibus ſtellæ martis introductione* ſatis conſtat. Eandem denique attractionis legem aperte deprehenſam Galilæo Hetruriæ ducis inſigni Mathematico adeo clarum eſt, ut nulla de eo dubitatio ſubeſſe poſſit; nam in tractatu: *intorno alle coſe, che ſtanno in sù l'aqua*, rationem redditurus, cur ex auro, argento, aliave quavis materia, quæ aqua ſpecifice ſit gravior, confecta ſubtilis lamina, & aquæ impoſita tota ſua craſſitie intra aquam demergatur, ad vaſis tamen fundum non deſcendat, nec in ſupernam ejus ſuperficiem aqua ex marginibus fluat, ſed velut circa illam ſuſpenſa maneat, id, inquam, non aliunde repetit, quam ex aere eidem ſuperficiei contigua, & quadam vi attrahente

trahente cum illa conjuncta, ita ut ex lamina simul, & aere unum velut conflетur corpus aqua specifice levius, ut totum contextum legenti patescet. Cognitæ igitur attractionis vestigia omni fere ævo apud clarissimos viros reperies, quamquam Nevtono summa laus debetur, quod eam omnium maxime illustrârit, experimentis, ac observationibus stabiliverit feliciterque adhibuerit ad explicationem phænomenorum præsertim cælestium.

92. Generatim etiam in hac dissert. mentionem esse præmittendam censui *de vi repulsiva* quæ à quibusdam dicitur attractio *negativa* in eo consistens, ut corpus unum, alterum à se distans repellat, fugetque, simul ac sphæram mutuæ attractionis sunt prætergressa, in quam inclinasse videtur Nevtonus, ubi *Opt. q.* 31. ita loquitur: ,, Sicut in Algebra, ubi ,, quantitates affirmativæ evanescunt, & desinunt, ibi ,, negativæ incipiunt; ita in mechanicis, ubi attra- ,, ctio desinit, ibi vis repellens succedere debet. ,, Exempla repulsionis ostendunt Nevtoniani in subere, quod, quamvis porosissimum nec aquam, nec vinum transmittit, in oleo, & aqua, quæ non nisi diu inter se concussa permiscentur, quietique restituta se rursus separant, in cupro fuso, & aquis injecto, quod maximo impetu ab his disjicitur, & dispellitur cum periculo adstantium, quod cuprum; & stannum non faciunt. Aquæ puræ stagnanti affundatur oleum olivarum purum, ut inde fiat stratum aliquod supra aquam, huic strato superinfundatur gutta olei terebinthinæ, orietur repulsio circularis elegantissimis coloribus prædita, idem facit petroleum, ut videre est *mem. de l'Acad. des sciences* 1715. calix vitreus purus immergatur aquæ, ut hæc ejus parietibus adhæreat ubique, infundatur, deinde huic calici spiritus vini, aut vinum, repelletur aqua sursum in parietibus, etsi ad notabilem distantiam disjuncta sint fluida &c. ut præteream alia repulsionis exempla passim obvia, quæque eandem indubiam reddere videntur.

At

At vero in hoc argumento quærunt aliqui, utrum à principio certis duntaxat corporibus indito istæ repulsiones oriantur, an aliam habeant causam ab ipsa attractione pendentem? nihil enim quibusdam Nevtonianis obstare videtur, quo minus adducta exempla ab ipsa attractionis inæqualitate pendere intelligantur, quatenus nempe ejusdem fluidi particulæ majore vi se invicem trahunt, quam alterius corporis in iis demersas: tum enim fieri ajunt, ut utriusque corporis particulæ, etsi commixtæ, abinvicem deinceps separentur e. g. aquæ particulæ si maiore vi se invicem attrahere ponantur, qua eædem attrahunt olei partes, tum istæ majore quoque vi se invicem petere ponantur, quam aquæ portiones ad se attrahant, aqua, & oleum inter se commixta à se mutuo semper separari concipientur, innatante graviori leviore. Quid simile fortassis accidere putant in ceteris expulsionum phænomenis, quin ad distinctum principium recurrere sit necesse. Aliis à naturæ simplicitate quid absonum videtur admittere ejusmodi repulsiones, quæ independentes sint vel ab inæqualitate attractionis, vel ab effluviis corporeis avolantibus, removentibusque corpora, in quæ incurrunt, vel ab alia mechanica causa, cum manifesta ratio non sit earundem repulsionum admittendarum, ut ostendunt de reflexione, inflexione, emissione luminis, de elevatione vaporum &c. Alii denique ad salvanda elasticitatis phænomena in fluido subtilissimo, igneo, per aerem, porosque corporum æquabiliter diffuso, vim admittunt peculiarem, qua minutissimæ ejus partes à sese invicem repelluntur, seu hæc vis externa sit, seu interna.

Quid nobis in hoc negotio sit statuendum, dissertatio tertia *tit. de elasticitate* docebit.



DISSER-

DISSERTATIO II.

De motu corporum.

SI quid in ſcientia naturæ accuratam tractationem poſtulat, id certe eſt motûs doctrina, ob cujus neglectum tanto retro tempore nullos progreſſus fecerat Phyſica, neque immerito; cum enim poſt Pythagoram, Heraclitum, Empedoclem omneſque veneranda antiquitatis ſapientes dixerit Plato in *Theateto, ex motu, alternaque commixtione fieri omnia*, illo ignorato ignotam eſſe naturam nemo non videt. Hinc dici non poteſt, quibus ingenii induſtriæque viribus Recent. Phyſici, quos in *Proleg. noſtris* nominavi, ea illuſtrârint, quæ ad naturam, originem, vires, actiones, legeſque motus pertinent. Galilæus ingentibus in ſcientiam naturæ meritis eminens legem potiſſimum accelerationis gravium perquiſivit, leges conflictus Joan. Valliſius & Chriſtian. Hugenius, Nevtonus vires centripetas ac centrifugas diligenter perquirens, eaſdem ad explicationem ſyſtematis mundani tranſtulit, aliaſque de variis corporum motibus leges felici induſtria inventas tradidit. Leibnitius explicuit (ut oſtendunt *Act. Erud. Lipſ.*) leges reſiſtentiæ ſolidorum, reſiſtentiæ medii, & motus projectorum gravium in medio reſiſtente. In legibus motus reflexi, & refracti perquirendis utiliſſimam operam poſuerunt Nevtonus, Hugenius, Roemerus, Bernoullius, Mariottus, aliique in ſæculi gloriam nati Philoſophi, quorum pleraque inventa opere eleganti *de Phoronomia* complexus eſt Jac. Hermannus, ut adeo à tempore Galilæi primi fere hujus doctrinæ reſtauratoris Philoſophia faciem plane mutatam acceperit, certiorque rerum naturalium cognitio evaſerit.

In tanta argumenti amplitudine neceſſaria duntaxat, & ad rem noſtram accommodata magis tractabimus, præſentemque tractationem in III. partes diſtribue-

ſtribuemus. Prima generales motus notiones, potentias, vires, actiones legesque exponet; altera principia Statices, Mechanices, Hydroſtatices præcipua explicabit, tertia demum de gravitate, indeque conſequentibus motibus aget.

PARS I.

De generalibus, notionibus, potentiis, proprietatibus, viribus, & legibus motûs.

ARTICULUS I.

De generalibus motus notionibus, potentiis, & proprietatibus.

93. AD explicandam motus naturam neceſſe erit afferre Phyſicorum opiniones præcipuas, quibus vim illam, qua corpora moventur, expedire ſunt conati. Primo loco ſe offert Carteſius, qui *P. II. princip.* exiſtimat, Deum in prima mundi, ſeu materiæ creatione, ſimul certam creaſſe motus quantitatem quæ ſemper, ſit eadem, nec creſcat, vel decreſcat, unquam, ita tamen, ut ab uno corpore in aliud tranſeat, incipiatque in uno, dum deſinit in altero corpore, Mentem Carteſii explicat *Franciſ. Baylius diſp. VI. phyſ. gen. Art. II. de cauſa motus* his verbis: „Cum corpus, quod movetur, eatenus tantum „de motu ſuo deperdat, quatenus illum alteri cuipiam corpori communicat, & quod motum eſt corpus, non ante quieſcat, quam totum ſuum motum „aliis corporibus communicaverit, & hæc pari modo non ante quieſcere poſſint, quam ſuum motum „in alia corpora tranſtulerint, & ſic continua ſucceſſione: manifeſtum eſt in illa tranſlationum motus continuatione, & velut circulatione, eandem

ſemper

„ semper conservari motus quantitatem. Si enim di-„ minuta esset motus quantitas; necesse esset corpo-„ rum aliquod, quæ moventur, quievisse motu suo „ non translato in aliud corpus, ac consequenter si-„ ne causa quievisse. Si vero motûs quantitas esset „ aucta, necesse esset corpus aliquod, quod quiesce-„ bat, motum esse sine detractione motus alterius, „ aut in uno corpore motum esse auctum sine dimi-„ nutione motus alterius, quod fieri non potest. Ita Cartesiani. Regnaldus Cartesii assecla *dial. de motu* putat eundem esse *activam mutationem situs* relate ad alterum corpus, quæ explicari possit per motum corporis, diversas successive relationes distantiæ, & vim motricem in corpore moto receptam. Hartsoekerus *cursu phys. l. 1. c. II.* motum corporis ait esse effectum *vis cujusdam internæ, ac mechanicæ*, qua certo tempore certum spatium percurit, ultra quid sit vis illa, se nescire fatetur. Hambergerus *Element. phys.* causam motus proximam dicit: esse conatum, seu tendentiam corporis ad occupanda loca aliorum corporum, causam vero occasionalem resistentiam in ea plaga, versus quam corpus moveri debet, ab aliis corporibus factam, quæ minor sit, quam tendentia corporis movendi: unde in hac sententia corpus unumquodque actualem habet tendentiam, & conatum omnem in partem æqualem sibi inditam; neque vis impressa est nova vis in corpus translata, sed nova duntaxat determinatio illius, quæ corpori à Deo est concreata, per causas motus occasionales. Hinc quoniam tendentiæ, & conatus æquales in omnem partem sunt oppositi: habetur æquilibrium, & quies, donec ab aliqua causa occasionali versus unam partem impediatur: tum enimvero illa, quæ in oppositum tendit, vincit, corpusque movetur. Ex quo deducit *Aut. cit.* actionem corporis in corpus nihil aliud esse, quam *resistentiam* oriundam à vi insita determinata. Hoc in argumento non abs re erit adferre verba acutissimi ceteroquin Musschenbroekii *C. IV. inst. Phys.* ita loquentis:

,, Quod movetur corpus, transferrur ex una par-,, te ſpatii in aliam, quæ translatio eſt effectus rea-,, lis, qui requirit in corpore cauſam realem : hæc ,, eſt vis deferens cerpus, quæ tranſit ab uno corpo-,, re in aliud, penetrat ab extimis usque in intimas ,, partes, non per poros, ſed per ipſam ſolidam ſub-,, ſtantiam. Tranſire vero vim ex corpore in corpus ,, concludimus I. quia quidquid virium alteri perit, ,, tantum recipitur ab altero corpore. II. quia etſi po-,, tentia premens aliquod corpus, utcunque magna ,, fuerit, ſi primo momento non potuerit corpus mo-,, vere ex loco ſuo, non poterit id præſtare ſeculi ,, ſpatio, licet continuo preſſerit. ideoque ex poten-,, tia non tranſiit vis in corpus, quod ſi tranſiiſſet, ,, temporis ſucceſſu corpus moveri tamen cœpiſſet : ,, ſed ſimul ac corpus moveri cœpit, preſſio prior ,, non amplius operatur, adeoque vis tum ex pre-,, mente potentia in corpus transfuſa fuit. III. quia ,, vis non cum admodum magna celeritate transfun-,, ditur per omnes corporis partes : quippe corpus ,, firmum, oblongum ex infirmis, tenuibusque filis ,, ſuſpenſum, & in medio celeriter percuſſum fran-,, gitur integris filis : minore vi percuſſum frangun-,, tur fila ipſo manente integro ; janua verſatilis aper-,, ta leni, lentoque digiti appulſu clauditur, quæ ,, vix vel tantillum, vertitur, cum à globo plum-,, beo è catapulta exploſo perforatur &c. Ex quo perſpicitur Muſſenbroekium admittere transfuſiones virium, qua in re ſane intelligere nemo mortalium hucusque potuit, quidnam ſit id, quod ex cauſa movente in rem motam transfundatur, aut quomodo ea tranſfuſio fiat ? Id affirmari poteſt, motum actionem eſſe vis inertiæ, qua corpora univerſim prædita ſunt, quaque ſtatum præſentem, ad cujus determinationem actione externa opus eſt, conſervent, ſicut quies eſt alter corporis ſtatus, ad quem conſervandum pari ratione vis inertiæ agit, & quidem in ratione compoſita maſſarum, & celeritatum, quibus amiſſa quie-

te moventur corpora, ut *differt. I. P. II. Art. III. & IV.* fusius est explicatum.

94. Causæ motus, seu *potentiæ* in hoc universo sunt variæ *I.* motus in majoribus universi corporibus observatus causam in principio habuit Deum, qui postquam cuncta creârat, ea commovit motu projectili, simulque gravitatem versus solem tribuit, ex quorum utroque orbitas, & cursus planetarum optime deduci alibi dicemus. *II.* insignis potentia in mundo est *gravitas*, quæ motum tam in cœlestibus, quam terrestribus corporibus producit. *III.* causa motus apparens, vel vera residere videtur in facultate animæ tam hominum, quam brutorum. *IV.* ingentes motus excitant vires attrahentes phænomeni saltem loco assumptæ, quia per nullam aliam causam hactenus explicari possunt: deinde vires magneticæ electricæ. *V.* inter potentias referenda est elasticitas, quæ quam plurimos motus generat, ut videre est in chorda musica tensa, ac percussa vi elasticitatis suæ diutissime oscillante. *VI.* potentiæ munus subeunt corpora in motu constituta, quæ in alia incidunt, eaque percutiunt. *VII.* ignis tam terrestris, quam solaris. Neque dubitandum est, plures fortassis alias causas motui excitando accommodatas detectum iri, quæ hucusque nobis erant incognitæ.

95. Corpus in motu constitutum concipi potest instar puncti, quod cum movetur, describit lineam rectam, si motus puncti simplex fuerit, hoc est ab unica sola potentia productus, atque hæc linea recta, aut via, per quam corpus transit aliquo tempore, dicitur *spatium percursum.* Eadem vero linea recta, in qua corpus progreditur, aut progredi conatur, sine relatione ad tempus sumpta, vocatur ejus *directio, aut motus determinatio.* Omne præterea corpus motum habere dicitur *celeritatem, seu velocitatem*, eaque mensuratur spatio, quod idem corpus æquabiliter motum in tempore aliquo absolvit e. g. si corpus b eodem tempore duplum spatii æquabili motu percurrit, quo corpus A æquabiliter quoque motum simplum absol-

vi:, illud duplo majorem, quam hoc habebit celeritatem, eitque adeo celeritas nihil aliud, quã relatio spatii percursi ad tempus illud, quo est percursum. Denique cum corpus vim habeat determinatam, per quam vel re ipsa movetur, si nihil impedimenti adsit, vel moveri nititur, dicitur habere *quantitatem motus* e. g. si vis, per quam O re ipsa movetur, vel alterum, ne sibi impedimento sit, premit, urgetque, sit trium graduum, quorum quilibet exprimatur per a, quantitas motus illius corporis dicetur esse = 3 a: tres istæ motus affectiones potissimum in examen sunt vocandæ.

Ac primo quidem cum celeritas motus sit ea affectio, quæ per datum spatium dato tempore percursum definiatur, neque exprimi possit, nisi per certam mensuram spatii, quod intra datum tempus à corpore mobili perficitur, manifestum est, illud corpus celerius moveri, quod eodem tempore per majus spatium, vel per æquale spatium breviore tempore abripitur, & illud tardius, quod minus spatium, quam aliud corpus, ad quod refertur, eodem tempore percurrit: sic motus corporis A velocior erit motu corporis b, si A per 6 pedes spatii movetur, interea dum corpus b per 4 transfertur. Rursus constat illud O moveri *æquabiliter*, quod æqualibus temporibus æquales spatii partes percurrit, & illud *inæquabiliter*, si temporibus æqualibus per spatia inæqualia abripiatur. Si continuo augeantur partes spatii æqualibus temporibus percursæ, motus dicitur continuo *accelleratus*, si decrescant *retardatus*: quod si incrementa, & decrementa celeritatem æqualibus temporibus sunt æqualia, motus est *uniformiter retardatus*; aut acceleratus. Porro in motu æquabili simplici spatium est *ut tempus in celeritatem ductum*: nam cum ex dictis celeritas exprimi debeat per mensuram spatii intra datum tempus à mobili percursi, perspicuum est, ut obtineatur spatium intra aliud quodvis tempus percurrendum, debere hanc mensuram accipi toties, quoties tempus mensuræ in tempore illo alio continetur: hoc vero nihil est aliud, quam celeri-

celeritatem mobilis multiplicare per datum tempus e. g. ſi mobile intra I conficit 4 pedes, motusque durat 7, mobile conficiet 28 pedes: ſi intra minutum ſecundum conficiat 6 pedes, motusque duret 8, univerſim percurret 48. pedes, cum in primo caſu conficiat ſepties quatuor, & in altero octies ſex pedes: atqui eadem facta ſunt, ſi in primo caſu celeritatem ut 4 ducas in tempus 7, in altero celeritatem ut 6 multiplices per 8, quod cum univerſim ſubſiſtat, ſi celeritas dicatur C, tempus T, ſpatium S, erit ſemper $CT = S$. Hinc quotus ſpatii, quod certo tempore corpus æquabili motu percurrit, per ipſum tempus diviſi deſignat valorem celeritatis, qua corpus ipſum eo tempore movetur. Si duo corpora eadem celeritate æquabiliter moveantur, ſpatia percurſa erunt inter ſe, ut tempora directe. Celeritates duorum corporum, quæ æquabiliter moventur, ſunt directe inter ſe, ut ſpatia eodem tempore ab illis percurſa. Celeritates duorum corporum, quæ per inæqualia ſpatia temporibus inæqualibus æquabiliter moventur, ſunt inter ſe in ratione compoſita ex ratione directa ſpatiorum, & inverſa temporum.

96. Quantitas motus (quæ etiam *momentum* ſollicitationis dici ſolet) ea proportione major eſt, qua major eſt ipſius corporis celeritas: nempe ſi in corpore requiritur vis $= v$, ut moveatur celeritate $= a$, debet in illo eſſe vis $= 2\ v$, ut moveatur celeritate $= 3\ a$, & ita porro: cum enim eo fortius moveri cenſeatur O, quo velocius movetur, manifeſtum, eſt ea proportione creſcere quantitatem motus, qua in eodem celeritas augetur ſed & qua proportione augetur maſſa, eadẽ creſcere debet vis motrix, ut eadem qua ante, celeritate moveatur, nempe ſi in corpore, cujus maſſa ſit $= M$, unus debeat eſſe gradus impetus, ut moveatur celeritate $= v$, duo in illo requiruntur, ſi ejus maſſa ſit $= 2\ m$, tres, ſi maſſa ſit $= 3\ m$, atque ita porro ut eadem celeritate $= v$ moveatur: cum enim ſingulæ partes corporis maſſam conſtituentes eadem cum ipſo toto celeritate moveantur, eadem in ſingulis debet eſſe vis,

 ut

ut totius corporis motus eadem celeritate perficiatur: crescente igitur massa augeri quoque vim ipsam est necesse. Ex quo consequitur, quantitatem motus, seu momentum corporis recte exprimi per factum ex ductu celeritatis in massam. Demonstratur: O, cujus massa sit = I, moveatur celeritate = 1, vi = I. Certum est manente eadem massa moveri non posse celeritate = 2, nisi vim habeat = 2, neque celeritate = 3 suum motum posse perficere, nisi ejus vis sit = 3, & ita porro. Certum quoque est, posita massa = 2 non posse moveri celeritate I, nisi vis sit æqualis = 2, neque celeritate = 2, nisi illa vis sit = 4 & sic porro, ut ex dictis patet: igitur si ponatur massa = 2, moveri corpus non poterit celeritate = 3, nisi polleat vi = 6: atqui hæc quantitas oritur ex ductu quantitatis 2 in quantitatem 3, seu ex multiplicatione massæ per celeritatem: ergo &c. Inde autem deducuntur propositiones sequentes: momenta duorum corporum, quorum massæ sunt æquales, directe inter se sunt, ut eorundem celeritates. Momenta duorum corporum, quæ eadem celeritate moventur, directe sunt inter se, ut eorundem massæ. Momenta duorum corporum quo ad massas inæqualium, æqualia erunt inter se, si illorum celeritates fuerint in ratione massarum inversa. Demonstratur ultima propositio hoc modo: corpus A, cujus massa sit = M, moveatur celeritate = v; & corpus b, cujus massa sit m, moveatur celeritate = V, sitque V v = M m, nempe celeritates sint inverse, ut ipsorum corporum massæ. Dico, momenta corporum A b inter se esse æqualia. Prob. momentum corporis A est = M v, & momentum corporis b est æquale m V: habetur autem M v = m V, si fuerit V v = M m, ut patet ex elementis matheseos: igitur si celeritates fuerint reciproce ut massæ, momenta corporum A b erunt æqualia.

97. Superest, ut quædam hoc loco de determinatione motus, viriumque conspiratione, ac oppositione addamus. I. *linea directionis* ea dicitur, juxta quam corpus movetur, seu quam corporis centrum motu suo

ſuo deſcribit: ſic (*fig. I. Tab. II.*) recta A C. eſt linea directionis motus: quia deſcribitur à centro corporis b, dum à loco A pergit in locum C. *II.* Determinationes ex diametro oppoſitæ eæ dicuntur. quæ in partes contrarias ſibi in directum jacent: ſic directio mobilis à puncto d in punctum C rectæ d C in eadem *fig, cit.* ex diametro opponitur directioni ejusdem corporis à puncto C in punctum d. *III.* Illæ vires motrices dicuntur ſibi mutuo adverſari ex diametro, quæ idem corpus cogunt, ut ſecundum determinationes ex diametro oppoſitas ſimul moveatur. Conſpirare autem dicuntur vires, quæ dirigunt mobile ad eandem plagam, ut ſi plures potentiæ urgeant ſimul corpus A verſus eandem plagam E *fig. cit.* *IV.* Angulus directionis duarum virium eſt ille, quam in termino, a quo corpus movetur, conſtituunt rectæ, ſecundum quas à duabus ſimul potentiis corpus ad motum dirigitur, ut ſi *eadem fig.* à potentia g corpus A determinetur ad motum per rectam a g, ſimulque à potentia f ſecundum rectam A f, angulus f A g erit angulus directionum duarum potentiarum g f. Hinc ſtatuuntur ſequentes propoſitiones:

I. *Quo angulus directionis eſt major, eo minus conſpirantes ſunt vires, à quibus corpus ſimul ad motum determinatur.* Sic *eadem fig.* corpus A determinetur ad motum à duabus ſimul viribus g f. Dico vires g f minus conſpirare inter ſe, quo major fuerit angulus directionis f A g. Prob. quo major eſt angulus, eo magis lineæ directionum A g, A f recedunt à recta A E, ſecundum quam ſi corpus A ſimul a duabus illis viribus g f urgerentur, penitus conſpirarent, magisque accedunt ex adverſo ad rectas A c, A d, ſecundum quas corpus ſimul propelli non poteſt, quin vires ipſæ ſibi motuo e diametro adverſentur: igitur quo major eſt directionis angulus, eo minus inter ſe vires conſpirant. II. *Vires æquales ex diametro oppoſitæ adeo ſeſe impediunt, nullus ut motus in mobili ex illarum actione ſequatur.* Sic duæ vires A b inter ſe æquales urgeant ſimul corpus A ſecundum directiones A c, A d,

ex diametro oppositas. Dico, nullum plane motum fore: nam corpus A tantum resistit motui secundum utramque illam directionem, quantum ad motum urgetur. III. *Corpus simul pressum à duabus viribus inæqualibus secundum directiones ex diametro oppositas movetur excessu, & secundum directionem præpollentis.* Sic *eadem fig.* corpus A determinetur simul ad motum à potentia A secundum directionem A C, & à potentia B secundum directionem A d ex diametro oppositam, sitque potentia A major, quam potentia B excessu = p. Dico fore, ut corpus secundum directionem A C vi = p moveatur. Prob. vires æquales juxta priorem prop. ex diametro oppositæ sese prorsus elidunt: igitur corpus A perinde se habet, ac si tantum à potentia p secundum directionem A C premeretur, ut adeo necesse sit illud secundum directionem istam vi = p moveri, cum vires inæquales ad partes ex diametro oppositas determinatæ ita in eodem corpore sese extinguant, ut nonnisi excessus præpollentis remaneat.

98. Scholion I. spectari potest momentum dati corporis velut rectangulum, cujus basis referat massam corporis, & altitudo illius celeritatem: nam ex principiis geometricis rectangulum oritur ex ductu basis in altitudinem. Hinc si momenta duorum corporum A b exprimantur per rectangula, quorum bases referant ipsorum massas, & altitudines eorumdē celeritates, conspicuum erit momenta duorum corporum esse inter se in ratione composita ex simplici ratione massarum, & celeritatum, cum ex geometria constet, duo quæcunque rectangula esse inter se in ratione composita basium, & altitudinum.

Scholion II. momenta, seu vires corporibus insitas esse inter se in ratione composita ex ratione simplici tam massarum, quam celeritatum, seu momentum cujusque corporis æquare factum ex ductu massæ in celeritatem nemo ante Leibnitium est infíciatus. Is omnium primus distinguens vires *vivas* a *mortuis*, has quidem proportionales esse massæ in celeritatem ductæ æstimabat, illas vero æstimandas esse ex quadrato

drato celeritatis multiplicato per maſſam cenſuit, in exemplo dum globus aliquis è retinaculo pendulus connititur ad motum, ob impedimentum tamen deorſum moveri nequit, habet motus ſui quoddam initium, cum ſublato obſtaculo eodem prorſus memento niſus ille ſufficiens foret motus, ac celeritatis illius, quo globus deorſum moveretur, initium; in quo ſtatu niſus ille ſpectari poteſt tanquam celeritas quædam minima minimo pariter tempuſculo exiſtens, quæ in maſſam corporis ducta quantitatem motus initialem exhibeat. At vero ſi globus ita pendulus deorſum labatur, vires illas, quas labendo conſequitur per motum uniformiter acceleratum, æſtimandas eſſe putat ex maſſa in quadratum celeritatis ducta ita, ut ſi maſſa globi ſit duarum librarum, celeritas pariter intenſa ut 2, vivas vires obtineri, ſi 2 ducatur in 4 celeritatis quadratum, foreque has vires intenſas ut 8. Hanc Leibnitii ſententiam ſecuti ſunt celeb. hujus ævi Philoſophi Cl. Graveſandius, Muſſchenbroekius, Hermannus, Bulſingerus, Bernoullius; Volfius, Marchio Polenus in Patavino Lycæo Mathematum Profeſſor Celeb. aliique bene multi.

E contrario nervis omnibus eam ſententiam olim impugnârunt, eique etiam modo adverſantur non pauci, Mairanus, Jurinus, Mac-Laurin, Deſaguilerius, Naletus, contendentes argumentum adhuc ſufficiens deſiderari, quod à veteri virium æſtimandarum ratione recedere ingenuum Philoſophum cogat. Si argumenta utriusque partis ſpectes, omnis controverſia redit ad conſiderationem temporis, quam ſupervacaneam hic eſſe cum Leibnitio contendunt alii, neceſſariam vero eſſe alii exiſtimant cum Nevtono: ille ad abſolutam virium præſentium quantitatem reſpiciens nihil intereſſe dicit, quocunque hæ tempore exhauriantur, hic vero earundem relationem ad tempus perpendens, & merito quidem, cum vires in corpore non jaceant otioſæ, valentiores eas eſſe vires aſſerit, atque expeditiores, quæ eundem effectum breviori tempore ſiſtant, ut adeo utriusque ſententiæ ar-

gumenta rectiſſime concludere putet, *Volff. Kraft in prælect. Phyſ. C. V.* ſi modo tempus vel includatur, vel excludatur. Fuſiorem hujus argumenti tractationem, quam præter alios copioſe ſuſcepit laud. Mairan in opuſc: *diſſertation ſur L'eſtimation des forces motrices des Corps*, prætermitto, eo quod cum aliis Noletus fateatur, tanti in ordine ad mechanicam, quantum putatur, momenti iſthanc controverſiam non eſſe, tutoque, ac ſine omni erroris periculo in praxi recipi poſſe æſtimationem virium vivarum ex ductu maſſæ in ſimplicem celeritatem.

ARTICULUS II.

De motu ſimplici, & Compoſito.

99. PRænot. motum *ſimplicem* eum dici, quando una duntaxat potentia eſt, quæ corpus ad motum determinet, *compoſitum* vero, quando à pluribus ſimul potentiis, & quidem ſecundum diverſas directiones corpus ad motum determinatur, *rectilineum* motum eum eſſe, qui ſecundum rectam, *curvilineum*, qui ſecundum curvam perficitur, ſeu cum corpus ita movetur, ut curva linea ab ejus centro in progreſſu deſcribatur. Porro omnem motum ſimplicem rectilineum eſſe conſtat, quia corpus ab una duntaxat potentia in motu poſitum tamdiu ſecundum eandem rectam movebitur, quamdiu nulla occurrerit externa cauſa, quæ ab illa recta ipſum declinare cogat. Viciſſim omnem motum curvilineum eſſe compoſitum ſic oſtenditur: manifeſtum eſt corpus non poſſe moveri per curvam A b (*fig. II. Tab. II.*) niſi recedat ab A tam ſecundum rectam A b, quam ſecundum rectam A d, ac proinde niſi à duabus ſimul viribus ſecundum diverſas directiones determinetur nempe ab una ſecundum directionem A b, & ab altera ſecundum directionem A d: atqui ejusmodi motus eſt compoſitus. Id quod conſtabit apertius, ſi curva ſpectetur velut compo-

composita ex lineolis infinite parvis, quæ angulum constituant. Sit nempe (*fig. III.*) A b c d portio curvæ composita ex A b, b c, c d, manifestum est, corpus non posse moveri per hanc curvam, nisi in puncto b mutetur directio A m, secundum quam movetur, dum lineolam A b percurrit, ut adeo relicta in puncto b priore directione moveri cogatur secundum directionem b N, quæ rursus mutatur in C. Igitur cum moveri per curvam non possit corpus, nisi secundum plures directiones urgeatur, sequitur omnem motum curvilineum esse compositum.

Ad meliorem motus compositi explicationem duo ex geometria principia erunt præmittenda. I. Si sumatur in diagonali A d, (*fig. IV. Tab. II.*) parallelogrammi A c d b quodvis punctum M, agatur recta M d, M f, quarum altera sit parallela lateri A C, & altera lateri A b, recta M d erit æqualis segmento A f lateris A C, & recta M f segmento A d lateris A b. Cum enim quadrilaterum A f M d sit parallelogrammum, erit d m = A f, f m = A d. II. Si sumatur in diagonali A d. (*eadem fig.*) parallelogrammi A c d b quodvis punctum M, ducaturque recta m d lateri A C, & recta m f lateri A b parallela, segmentum A d erit ad segmentum A f, ut est totum latus A b ad totum latus A C. Nam cum in triangulo A d b recta d m posita est parallela lateri A C, parallela quoque erit lateri, seu basi b d: erit igitur A d. A b = A m. A d. Eodem modo ostenditur esse A f. A C = A m. A d. igitur erit A d. A b = A f. A C. Quare altarnando erit quoque A d. A f = A b. A c. His not. sit.

100. Propositio I. Si idem corpus à duabus simul viribus secundum directiones, duo latera parallelogrammi referentes, ad motum æquabilem determinetur, movebitur per diagonalem illius parallelogrammi, & quidem eo ipso tempore, quo viribus separatis percurreret ejusdem latera. Sit *fig. cit.* corpus A, determineturque à duabus simul viribus ad motum æquabilem secundum diversas directiones angulum constituentes, nempe à potentia A secundum directionem

A c,

A c, sintque rectæ A b. A C latera parallelogrammi A c d b. supponatur insuper fore, ut eo tempore, quo corpus A percurreret rectam A b, si sola potentia A illud determinaret ad motum, rectam quoque A C conficeret, si itidem à sola potentia urgeretur. Dico corpus A viribus illis conjunctis percurrere diagonalem A d parallelogrammi A c d b eodem tempore, quo per latera A b, A c moveretur viribus separatis.

Probatur: vires A b non sunt ex diametro oppositæ: igitur neutra impedire potest, ne altera suum simul effectum consequatur: ergo conjunctis illis viribus ea ratione moveri debet corpus A, ut simul utrique satisfaciat, atqui satisfacit, si dicto modo percurrat diagonalem. Nam sumpto in diagonali A d quovis puncto m, ductaque recta m d lateri A c, & recta m f lateri A b parallela, cum ex dictis A d. A f sit = A b. A c, percurreret corpus A eodem tempore e. g. 1, utrumque segmentum A d, A f viribus separatis, sicut eodem tempore e. g. 3 separatis itidem viribus per utrumque latus A b, A c divisim abriperetur: nempe corpus A foret in puncto d lateris A b eo ipso tempore, quo esset in puncto f, si sola vis b urgeret. Igitur utrique vi satisfacit, si inter 1 ita moveatur, ut in fine illius temporis distet à loco A intervallo A d secundum directionem A b, simulque intervallo A f secundum directionem A c: simul autem distans efficitur hoc modo, si eodem tempore segmentum A m diagonalis A d percurrat, cum ex dictis N. priore A d sit = f m, & D m = A f: ergo &c. Eodem modo demonstratur ductis rectis N E, N C. corpus A fore viribus conjunctis in puncto N diagonalis eo tempore, quo viribus separatis foret in puncto E lateris A b, & in puncto c lateris A C. ut applicanti patebit. Porro vis, qua O à duabus potentiis ad motum æquabilem simul concitatum percurrit diagonalem parallelogrammi, a Cl. Bulfingero *resultans*, ab aliis *composita* dicitur, illæ vero vires, ex quibus resultat, *componentes* appellantur. Ex hac propositione demon-

demonſtrata plurima deducunt geometræ, quædam ſubjungam.

101. Corollarium I. Si potentiæ ſunt æquales, quæ idem O ad motum æquabilem ſecundum diverſas directiones determinant, movebitur O per diagonalem *quadrati*, aut *Rhombi*, prout rectus, acutus, vel obtuſus fuerit angulus directionis: movebitur vero per diagonalem *quadrilateri*, quod eſt altera parte longius; vel *Rhomboidis*, ſi ipſæ potentiæ fuerint inæquales: ſic ſi æquales fuerint potentiæ motrices A b, A c, movebitur O per diagonalem A E quadrati A C E b (*fig. V. Tab. II.*) recto directionis angulo b A c. Per diagonalem vero A f Rhombi A c f b (*fig. VI.* (poſito acuto, vel obtuſo angulo directionis b A c. Sin potentiæ d E, d f inæquales fuerint, perficietur motus vel per diagonalem d x quadrilateri d f x E (*fig. VII.*) quod eſt altera parte longius, vel per diagonalem d y Rhomboidis d f y E (*fig. VIII.*) prout angulus directionis E d f rectus fuerit, obtuſus, aut acutus.

Coroll. II. Dato valore virium componentium, datoque directionis angulo determinari facile poteſt recta, quam corpus motu ſuo deſcribit conjunctis viribus: nam completo parallelogrammo, cujus duo latera vires exprimant, *diagonalis* erit recta quæſita: ſic ſi (*cit. fig. VIII.*) rectæ d E, d f referant vires, quibus O æquabiliter ad motum urgetur, ſique angulus E d f fuerit angulus directionis, completo parallelogrammo d f y E *diagonalis* d y erit recta, quam O conjunctis viribus percurrit.

Coroll. III. Corpus eo movetur celerius vi compoſita, quo directionis angulus minor eſt: nam quo minor eſt, eo major eſt recta, quam illud percurrit: ſic augetur diagonalis A E (*fig. IX. Tab. II.*) parallelogrammi A c E b, ſecundum quam corpus conjunctis viribus A b, A c movetur, quo directionis angulus C A b acutior efficitur.

Coroll. IV. Motus rectilineus omnis ſpectari poteſt, perinde ac ſi foret compoſitus: ſic motus corporis per rectam d y (*fig. VIII. cit.*) ſumi poteſt velut compo-

compositus ex duobus, nempe ex uno, qui fieret vi & secundum directionem d E. & ex altero, qui vi, & secundum directionem d f perficeretur: sicut enim per rectam d y reipsa moveretur corpus, si à duabus simul viribus d e, d f urgeretur, ita vicissim motus per rectam d y recte spectari potest, perinde ac si reipsa à duabus simul viribus oriretur.

102. Propositio II. Valor vis ex duabus compositæ, quarum valorem, & directionem latera parallelogrammi designent, recte exprimitur per diagonalem. Sic si idem O simul determinetur ad motum æquabilem à duabus viribus, quarum quantitas, & directio designetur per latera d E, d f (*fig. VII. cit.*) valor vis, qua O illud tunc movebitur, per diagonalem d x exprimetur. Prob. O rectam d x æquabiliter percurrens ita movetur, ut perinde sit, seu à vi simplici, seu à duabus simul viribus urgeatur juxta *Coroll. IV.* atqui si O ab una duntaxat vi secundum diagonalem d x determinetur, eamque æquabiliter percurrat, recta ipsa d x valorem illius vis exprimit: igitur & eadem recta exprimet valorem vis illius, qua movetur à duabus viribus.

Coroll. Tres vires secundum diversas directiones in eodem plano positas idem O ad motum simul determinantes sese omnino perimunt, si vires, earumque directiones ita se habeant, ut valor duarum ex illis exprimatur per duo parallelogrammi latera (quæ earum etiam directiones designent) & valor tertiæ exprimatur per ejusdem parallelogrammi diagonalem, quæ cum ipsius directione in directum sit posita. Sic si (*fig. VII. cit.*) duo latera X E, x f una cum recta x z in directum posita cum diagonali X d, eique æquali exprimant directionem, & valorem trium virium idem O ex loco X simul ad motum derminantium, vires ipsæ sese mutuo perimunt, ipsumque O quiescet. Cum enim ratione duarum virium X E, x f moveri debeat per diagonalem x d, & ejusmodi vis valor per ipsam exprimatur, perinde se habet, ac si à duabus viribus secundum directiones X d, z x in eadem

eadem linea urgeretur : vires autem illæ ſunt inter ſe æquales, ſimulque è diametro oppoſitæ : igitur eliduntur.

103. Propoſitio III. Vis (qua O ad motum æquabilem ſecundum latera parallelogrammi à duabus ſimul viribus determinatum *diagonalem* percurrit) deficit ab aggregato virium illarum, quæ ipſum ad motum ſimul determinant. Percurrat igitur O *diagonalem* (*fig. cit. VII.*) dico valorem compoſitæ hujus vis deficere ab aggregato virium componentium d E, d f. Prob. *Diagonalis* ex dictis exprimit valorem illius vis, qua O diagonalem percurrit, & latera d E, d f exprimunt quantitatem virium componentium : atqui diagonalis d x deficit à ſumma laterum d E, d f, cum ſit minor duabus d E, E x, quarum altera E x latus d f æquat. Accedit, quod vires laterales d E, d f ſibi mutuo, licet non è diametro, adverſentur, ut adeo ſe mutuo aliqua ratione impediant, ac ex parte deſtruant : vis autem ex pluribus ſeſe ex parte deſtruentibus reſultans ab ipſarum ſumma ut deficiat, eſt neceſſe.

Motum compoſitum per diagonalem exhibet experimentum Noleti (*fig. X. Tab. II.*) repræſentatum. Sit planum verticale unius pedis quadrati ſupra baſin, in b punctum fixum, cui annexum eſt filum per trochleam A tranſiens, huic affixum eſt plumbum d, trochlea A moveri poteſt ſupra duo fila metallina, quæ parallela tenduntur ex b in C ope fili alterius per alteram rotulam fixam in C tranſeuntis. His ita conſtitutis ubi trochlea attrahitur in C, pondus aſcendit per diagonalem d c ratio eſt, quia corpus d movetur per duas potentias, alteram, quæ nititu illud elevare linea perpendiculari d A, & alteram, quæ urget progreſſionem linea horizontali A C. Quod ſi hæ potentiæ vires ſuas ſeorſim exercent, corpus ſucceſſive lineas A d, & c b percurreret, quia vero vires non ſunt oppoſitæ, ſed ut latera cujusdam parallelogrammi, idcirco motu compoſito deſcribit diagonalem d C.

104. Hactenus de motu simplici æquabili, ejusque compositione, nunc agemus paucis de motu simplici accelerato, ac retardato, eoque composito. Sit igitur.

Propositio IV. Spatia motu uniformiter accelerato diversis temporibus ab eodem mobili descripta, sunt ut quadrata temporum, vel celeritatum. Isthæc propositio fusius à geometris demonstrata exhibetur exemplo motus accelerati in corporibus gravitate delabentibus, quorum celeritas augetur per numeros impares, ita ut spatia diversis temporibus descripta inter se sint ut temporum quadrata, e. g. si corpus primo minuto per 1. pedem decurrat, secundo per 3. terrio per 5. quarto per 7, quinto per 9 delabitur, sique tempora sunt 1, 2, 3, 4, 5, spatia absoluta inter se sunt ut 1, 4, 9, 16, 25, nempe O quod uno secundo spatium simplum conficit, duobus triplum. quatuor quadruplum, quinque quintuplum emetitur; hinc tempora, quibus spatia absolvuntur inter se sunt ut radices spatiorum, nempe spatiorum 1, 4, 9, 16, 25, radices sunt 1, 2, 3, 4, 5. Id exprimi solet in triangulo A B C (*fig. XI. Tab. II.*) si latus A b repræsentet tempus æquabiliter divisum 1, 2, 3, 4, &c. lineolæ vero transversæ repræsentent celeritates æquabiliter accrescentes 1, 2, 3, 4, totum hoc triangulum repræsentabit spatium labendo confectum; quia vero triangula eandem inter se habent rationem, quam quadrata laterum similium, triangulum A b C ad triangulum A d E, eandem habet rationem, quam quadratum numeri 7 ad quadratum numeri 3. seu ut 49 ad 9 igitur etiam spatia labendo confecta eandem inter se habebunt rationem. Porro in motu uniformiter retardato eadem phænomena obtinebunt, sed inverse, quæ in motu uniformiter accelerato.

105. Propositio V. in motu composito, si unus est uniformiter vel acceleratus, vel retardatus, & alter æquabilis, mobile describit parabolam, hoc est lineam curvam, in qua ordinatarum quadrata sunt inter se, ut partes diametri ab illis ordinatis interceptæ.

ceptæ. Obtinet id maxime in corporibus projectu horizontali, quæ & potentiæ projicienti & [illegible]vitati tanquam alteri potentiæ ſatisfaciunt ſi[illegible]vam deſcribunt: ſic mobile m, (*fig. XII. Tab. II.*) propellatur horizontaliter in C motu æquabili, & ſimul urgeatur vi gravitatis linea recta deorſum in f, primo momento perveniet I, ſecundo in 2, quæ lineæ curvam, eamque parabolicam efformant. Demonſtratur: Lineæ horizontales A 1, b 2, c 3 &c., quæ ordinatæ dicuntur, ſunt inter ſe ut numeri 1 2 3 4 partes vero M a, b c, d e ſequuntur progreſſionem numerorum imparium 1. 3. 5. 7. igitur quadratum lineæ b 2. duarum e. g. hexapedarum erit ad quadratum lineæ c 3. trium hexapedarum ut M b ad M c: nam quadratum lineæ b 2 duarum hexapedarum eſt 4, quadratum vero lineæ c 3 trium hexapedarum eſt 9. Similiter m b, ſeu m A b, ſeu ſi numeros litteris ſubſtituas M. $1 + 3 = 4$, item M c, ſeu m a b c, vel M. $1 + 3 + 5 = 9$: ergo quadrata ordinatarum ſunt inter ſe ut partes diametri ab illis ordinatis interceptæ. Ex quo deduces, corpora non horizontaliter, ſed oblique ſurſum projecta aſcendendo, & deſcendendo integram parabolam deſcribere, ut videre eſt (*fig. XIII.*) ubi globus ex tormento per lineam p m emiſſus gravitate ſua fertur in A, inde in g, I, L, o. prout patebit applicanti priorem demonſtrationem. Ratio autem eſt, quia directio globi ſurſum oblique ſecundum rectam p m eſt velut compoſita ex horizontali p o, & ex verticali ſurſum ſecundum rectam A E, determinatio verticalis ſurſum perimitur à gravitate globi eidem oppoſita manente determinatione horizontali: quamdiu igitur viget directio verticalis ſurſum, movetur corpus horizontaliter motu æquabili ſecundum rectam p N, ſeu rectam q A, per partes æquales æqualibus temporibus reſpondentes ſimulque ſurſum pergit ſecundum rectam p q. per partes decreſcentes, ut igitur utrique ſimul directioni ſatisfaciens per curvam ſurſum aſcendat ſit neceſſe. Ubi vero ceſſat directio verticalis ſurſum, vigente horizon-

tali movetur O deorſum vi gvavitatis per rectam A N juxta ſeriem partium creſcentium A f, f H, H K, ſimulque horizontaliter abripitur ſecundum rectam A E per partes æquales A b, b c, c d: igitur ut utrique directioni ſatisfiat, movebitur in deſcenſu per curvam A g I l o.

Præclarum hoc Galilæi inventum oſtendit locum, in quem globi è machina bellica ejecti recidere debeant, ut in *projectularia*, *ſeu baliſtica* oſtenditur: nempe maxima deſcribitur parabola, ſeu globus longiſſime projicitur, ſi eligatur media linea inter horizontalem & perpendicularem, id eſt quæ cum horizonte angulum ſemirectum, ſeu 45. efficiat, aliæ directiones, quæ æqualiter à 45. abſunt ſeu in quadrante aſcendas, ſeu deſcendas, ad eandem diſtantiam globum deferunt v. g. librato mortario ad 60 & 30, vel ad 70 & 20 eandem metam attinges, ita tamen ut amplitudines jactus ſemper decreſcant, quo magis à 45 deceſſeris, è contrario fiant jactus arctiores, quo propior directio fuerit verticali, ut oſtendit (*fig. XIV. Tab. II.*) ubi C eſt punctum feriens, ſeu mortarium. A g quadrans, cujus ope directiones machinarum bellicarum fiunt. Ex quo perſpicuum erit ejectionem iſthanc globi ignivomi oriri ex compoſitione potentiæ projicientis, & corporis projecti gravitate, quæ tamen ad certam metam deſtinata fallit perſæpe, eo quod potentia projiciens, nempe pulvis pyrius ignem concipiens, variis ex cauſis varietatibus plurimis ſit obnoxia.

106. Huc potiſſimum referri poteſt motus corporum in gyrum actorum compoſitus ex *viribus centralibus*, quarum altera dicitur *centrifuga*: qua mobile repellitur à centro, & altera *centripeta*, qua ad illud cogitur. De his viribus accuratior tractatio quamquam pertineat præcipue ad explicandos corporum cœleſtium motus, generatim tamen nonnulla hoc loco proponere operæ pretium erit. Sit igitur (*fig. XV.*) corpus A ad motum determinatum a duabus potentiis, quæ ſint æquales lineis A c, & A b, habeantque ſe

ut

ut 1 ad 3 ita ut directiones illarum ad angulum rectum ſint oppoſitæ. Motus igitur compoſitus ex dictis incipiet per A, d, & continuabitur in D, niſi quid impedimenti occurrat. At vero ſi altero tempore eadem eſt potentiarum diſpoſitio, id eſt, ſi manente niſu verſus d altera potentia nitatur verſus e, motus rurſus erit compoſitus, & O dirigetur in E. Tempore tertio potentia nitatur altera verſus I, & altera verſus E, corpus dirigetur in F, unde tandem motus *circularis* oriatur, eſt neceſſe. Quo in motu certum eſt O ſic gyratum conari abire à centro ſui motus, ut patet exemplo lapidis per fundam rotati, qui dimiſſo funiculo altero projicitur ſecundum lineam rectam, uti & lapidis molaris ſub ipſa rotatione ſæpe diſſilientis, & cum ingenti circumſtantium læſione fruſta majora disjicientis. Utrum vero niſus iſte corporum in gyrum motorum per radium ſit potius (id quod aliqui experimentis compertum volunt) quam ad tangentem, alibi diſcutiemus, generalia duntaxat virium centralium phænomena inſinuaſſe contenti.

Experimentum I. Sit globus vitreus in axibus ſuis inſtructus (*fig. XVI.*) ut velociter manubrio circa polos rotari poſſit, impleatur aqua, cui aliquid olei terebinthinæ colorati eſt permixtum, aut aliquid aeris, & gyretur axe ad horizontem parallelo. Hoc facto oleum terebinthinæ, quod prius minimum duntaxat ſegmentum in ſuperiore globi parte occuparat, ſe in minutiſſimos globulos plurimos aquæ innatantes dividet, qui ſeorſim motu rotationis abrepti, ac tandem conſtipati velut quoddam axis involucrum, vel potius cylindrum quendam efformabunt. Ubi ſiſtitur rotatio, cylinder ſe illico in extremitatibus, & ſucceſſive in aliis partibus dilatat, donec motu in aqua extincto, omne oleum, ſuperiorem ut ante gyrationem, globi partem occupet. Repetita gyratione ſi axis inclinetur eo tempore, quo particulæ terebinthinæ circa illum ſunt conſtitutæ, ad polum magis elevatum aſcendent, tamdiu in eo ſitu permanſuræ,

donec axem cum horizonte parallelum effeceris. Si oleo terebinthinæ substituas globulum ceræ, motu gyrationis ad axem defertur, ibique manet ea in parte axis, ad quam delatus est, si axis est horizontalis, inclinato axe abit ad polum superiorem. Idem obtinebis, si substituas bullam aeris, nisi quod motu vel cessante, vel retardato cum illa est in uno polo, non nunquam ad globi centrum deferatur. Jam vero si pondus globuli cerei auxeris plumbo inserto, sique lentius nonnihil gyretur in distantia aliquorum pollicum ab axe, & deinde duplicetur celeritas, globulus iste etsi aqua specifice gravior ad axem descendet, ibique circa se ipsum conversus permanet, donec axe inclinato non superiorem, sed inferiorem polum petat. Hoc ex prælect. Phys. Exper. *de viribus centralibus* sæpius Laud. Noleti.

107. Experimentum II. si globus vitreus A b ita firmatus in annulo c d (circa axem rota f instructum ope rotæ g mobili) ut simul alterius rotæ h funiculo trochleis k I, & rotæ i, per quam axis circuli non transit, circumducto, circa axem proprium M n circumagatur, ut exhibet (*fig. 1. Tab. III.*) his ita constitutis ubi annulus in gyrum vertitur, æquabilisque est celeritas rotæ H & f, orietur motus compositus sphæræ circa axem p o: quod si vero inæqualis rotarum est velocitas, noteturque punctum aliquod in superficie sphæræ, illud duos circulos sese externe tangentes describet, aut motum habebit, quem exprimit ductus numeri arabici 8, observante rursus Noleto. Ex utroque experimento præter alia alibi exponenda duo præcipue deduci manifestum est: I. Corpus illud, quod majore gaudet *vi centrifuga* seu conatu recedendi ad superficiem cavam sphæricam (quam vim ex rotatione obtinet) aliud corpus e. g. oleum terebinthinæ, aerem &c. minore vi centrifuga præditum non detrudit ad centrum sphæræ, sed ad axem, cum hoc in cylindrum axi respondentem colligatur. II. Neque ex duplici gyratione sequitur impulsus versus centrum commune, ut in machina Cl. Noleti

Noleti phænomenon ſupra allatum oſtendit, etſi in materia de gravitate hypotheſis duorum vorticum à Bulfingero copioſe non minus, ac ingenioſe deducta in Academia ſcientiarum *An.* 1728. præmium retulerit.

Præterire hic debeo experimenta alia in Collegiis experimentalibus præſertim Vienn. exhibita, aut explicata, quibus plurima ad communem Reipubl. utilitatem deducuntur: ſic Cl. Papin utiliſſime adhibuit vim centrifugam in celebri Antlia Haſſiæ, ſeu rotatili ſuctore (V. *Acta Lipſ. ad An.* 1689.) tranſactiones Phyſicæ memorant à Cl. Deſaguliers inventas machinas, quibus ope vis centrifugæ loca ſubterranea, cubicula, habitacula infirmorum graviore, malignoque aere liberentur. Acad. ſcient. refert folles fabriles, vannos pro tritico purgando ex his principiis conſtructos: iſthæc autem ad ſpecialem magis Phyſ. notitiam referuntur.

ARTICULUS III.

De motu directo, reflexo, & refracto.

108. MOtus *directus* ille dicitur, quo O tendit in illam partem, ad quam à potentia impellente dirigitur, *Reflexus* eſt, quo O ex occurſu alterius, quod penetrare non poteſt, ab ea linea, juxta quam ſit impactus, retrocedit, ſi vero ultra eam lineam mutata aliquantum directione moveatur, motus eſt *refractus*. De horum motuum genere antequam principia generalia ſtatuamus, nonnullæ notiones erunt præmittendæ.

I. Linea *incidentiæ* ea eſt, quam O directo ſuo motu deſcribit, linea *reflexionis*, ſecundum quam motus corporis reflexus perficitur, ut ſi corpus A (*II. Tab. III.*) incidat in planum d E ſecundum re[illegible] A b, ab eoque reſilit ſecundum rectam b c, [illegible] recta erit linea *incidentiæ*, altera *reflexionis*. *II.* [illegible]

lus incidentiæ ille eſt, quem linea incidentiæ cum plano, in quod corpus dirigitur, conſtituit; *angulus reflexionis* eſt, quem cum eodem plano ad partem reflexionis efficit linea reflexionis: ſic *cit. fig.* angulus A b d eſt angulus incidentiæ, & angulus C b E reflexionis. III. O incidit in planum recte, ſeu ad perpendiculum, cum angulus incidentiæ rectus eſt, incidit oblique cum incidentiæ angulus eſt acutus: ſic corpus A (*fig. III.*) cadens in planum c d ſecundum rectam C b ipſi plano perpendicularem recte incidit: contra vero corpus A fig. II. cit. oblique incidit in planum d E: cum angulus incidentiæ A b d ſit acutus. IV. Corpus *molle* dicitur, quod alteri alliſum in ictu comprimitur, ſuamque figuram poſt ictum minime recuperat, ut ſunt globuli plumbei, argillacei. *Elaſticum* eſt, quod alteri alliſum comprimitur quidem, ſed ad priſtinam figuram poſt ictum redit, ut ſunt globuli eburnei, vitrei. *Durum* cenſetur, quod in ictu non comprimitur, ſeu cujus partes prementi non cedunt. V. Directio corporis moti duplici modo interdum mutatur, altero per occurſum corporis alicujus fluidi, altero per obſtaculum corporis ſolidi: in priore caſu contingit motus refractus, in poſteriore reflexus. Sit igitur.

109. Propoſitio I. refractio motus eſt inflexio, ſeu curvatio illius, qua mobile ob majorem, vel minorem alterius corporis, quod oblique ſubit, reſiſtentiam a linea recta diſcedit. Oſtenditur explicatione, & experimentis à Noleto factis I. Refractionis neceſſariam eſſe conditionem incidentiam obliquam inde eſt, quia ſi corpus perpendiculariter in fluidum incidat, nulla futura eſt directionis mutatio, cum O ſic incidens nulla cauſa à directione dimoveat: ſit (*fig. IV. Tab. III.*) corpus C per lineam f f cadens, in quo caſu omnes ſuperficiei partes deſcribent parallelas u I, d i, ubi nihil primæ directioni adverſum obſervatur: nam ſi O eſt *ſphericum* (aliud eſt de corpore alterius figuræ) obſtacula ſeſe offerentia in d g H accurate compenſantur per reſiſtentias, quæ ſeſe of-
ferunt

ferunt in d g h, ut adeo eandem semper lineam f f retineri sit necesse. Rursus sit (*fig. V.*) machina 2 ½ pedibus ultra basin tubum aliquem cupreum A sustinens, per quem cadat globus plumbeus unius unciæ in vas vitreum b 12 digitos altum, cujus fundus digiti circiter altitudine vel argilla, vel cera molli obducatur, ubi globus semel demittitur, impresso vestigio in argilla vas repleatur aqua, certe repetito lapsu idem globus per aquam recidet in eundem scrobiculum manifesto indicio, directionem constanter fuisse servatam, seu ubi in solo aere, seu dum partim in aqua fuit motus. Ut autem scias in obliqua incidentia, quæ sit directionis mutatio, sit (*fig. VI*) receptaculum aquæ A b c d: globus lapideus E jaciatur per lineam obliquam E f ea celeritate, ut & aquam penetrare, & in illa motum continuare possit, quo facto ubi in f pervenerit, refringetur, motumque continuabit per lineam f H ita, ut recedat a perpendiculari p p. Aliud fiet, si mobile ex medio magis resistente v. g. aqua transeat ad medium minus resistens; tunc enim continuabit motum per lineam ad perpendiculum accedentem. Ubi notandum, aliam esse rationem refractionis luminis, quod ex medio rariori in densius incidens ita refringitur, ut ad perpendiculum magis accedat, contra cum ex densiore in rarius venit, magis à perpendiculo recedit, cujus rationem, fusioremque tractationem ad specialem *de lumine* dissert. rejicimus.

Rationem autem refractionis in aliis corporibus contingentis sequentem assignat Noletus: cum O perpendiculariter incidens in fluidum ideo servet directionem suam, quia obstacula contra omnes hemisphærii anterioris partes æqualiter agunt, perspicuum est in obliqua ejusdem hemisphærii ex aere in aquam incidentia per totum immersionis tempus plus obstaculorum esse ex una, quam altera parte: sic (*fig. I II, Tab. III.*) punctum R aquam contingens plus resistentiæ habet, quam punctum q, cui solus aer resistit. Hinc turbato inter utriusque obstacula æquilibrio

centrum

centrum M fertur in eam partem, ubi resistentia est minor, incipitque deviare a prima directione S I: cum vero motus corporis M semper magis retardetur, necesse est, ut se auctæ huic differentiæ, quæ est inter resistentiam factam in parte q R p, & in altero o q N, accommodet ita, ut centrum m semper magis a prima directione recedat, descendatque per lineam curvam, cujus ultimum punctum V incipit novam globi directionem V X.

110. Propositio II. Reflexio motus habetur, si O in superficiem alterius obstaculi, quod subire non potest, oblique incidit, atque ita reflectitur, ut angulus incidentiæ sit æqualis angulo reflexionis. Ostenditur denuo explicatione, & experimentis: nam rursus obliquam incidetiam necessariam esse reflexionis conditionem inde est, quia si corpus in superficiem alterius solidi immobilis perpendiculariter incidat, per eandem rectam (*V. fig. VIII.*) etiam resiliet: si enim planum d E solidum, ac perfecte elasticum, mobile ex f in A decidens facta impressione d E redibit per eandem lineam in f, quia respondentes g H impelluntur a reactionibus elaterii omnino æqualibus, unde necessario æquilibrium retinet centrum C in linea A f. Deinde reflexionem modo in statuta propositione allato fieri exhibebit (*fig. IX.*) O ubi primum superficiem plani in I tetigit, cum partes depressæ in superficie immobili sint totidem elateres à mobili tensi, illius celeritatem semper magis retardantes, ita ut totum illum motum perdat, quem habebat, centrum mobilis etiam curvam i l describit, ita ut si planum depressum auferretur in L, globus lineam M l perçurreret, centroque parallelam m l deseriberet. Jam cum globus tempore suæ immersionis, seu contactus, planum tangat non uno puncto, sed superficie, cumque elateres omnes, quos tetenderat, successive & quidem eo ordine, quo compressi erant restituant, duo sequentur: 1 globum eandem motus quantitatem recipere, cum reactio sit compressioni æqualis. 2 globum ascendere per curvam m p (*fig. XIV.*

Tab.

Tab. III.) ſimilem illi, quam in ſua immerſione deſcripserat. Nam tenſi ab impactu globi elateres plani ſeſe reſtituendo incurſant partem globi poſteriorem, motumque ex m in p ita accelerant, ut alterum ex l in m diminuunt; quo fieri neceſſe eſt, ut ſicut punctum l extremum lineæ incidentiæ erat initium primæ lineæ curvæ, ita linea P q reflexionis continuet alteram curvam, hacque ratione angulus R m q fiat æqualis angulo T m S, quia diagonales T m, M q parallelogrammorum æqualium, & rectangulorum S T V M, R q v m ſunt æquales, ut adeo velut duabus potentiis T V, T S ſatisfaciat, moveaturque O motu compoſito *ſuperiore art.* explicato.

111. Elaſtica igitur corpora in obicem immobilem elaſticum, vel durum impingentia, aut dura in obicem elaſticum incurrentia reflectuntur ita, ut ſaltem ſenſibilis angulorum incidentiæ, & reflexionis ſit æqualitas, ut ex principiis mechanicis perſpicuum magis erit (*fig. XI.*) in qua exhibetur globus elaſticus A b c in planum f l ſub angulo E d f per rectam E d incurrens. Hoc dato vis E d componitur, ac æquivalet viribus E g, ſeu f d, & E f: globus vi hac compoſita partim opponitur plano H I, atque ad illud accedit, partim plano f I, atque ad illud accedit quantitate E f, unde cum quantitas E g, vel f d nullo modo opponatur plano f I (cum globus per illam ad planum nec accedat, nec recedat) ea per impactum extingvi non poteſt, extinguitur duntaxat quantitas E f plano huic oppoſita. Quia vero elaſticus globus per impactum comprimitur (figura ſphærica in aliam A b C mutata) partes compreſſæ reſtituunt ſeſe in plagam compreſſioni oppoſitam eadem vi, qua comprimuntur, nempe vi d g = E f, cum igitur mobile non amiſerit vim E g, vel f d æqualem d l, poſt reſtitutionem habebit vim duplicem d g & d I, quæ vires cum æquivaleant viribus E g, & E f, etiam diagonalis d H ex earum compoſitione deſcripta æquivalebit diagonali E d, ut adeo etiam triangula f d E, & H d I æqualia ſint, atque anguli ad d

æqua-

æqualibus lateribus E f, & H I oppositi æquales, quorum ille E d f angulus est incidentiæ, & alter H d I reflexionis. Quod si obstaculum simul, & mobile sit elasticum, utrinque fiet compressio partium, si solum obstaculum est elasticum, in hoc fiet compressio, & restitutio, eademque reflexio, ut ex dictis N. *priore* colligitur.

Quæres, cur ejusmodi anguli reflexionis, & incidentiæ perraro in hoc naturæ statu sunt æquales? R. tribus ex causis I. quia & corpora incidentia, & planum resistens non sunt perfecte elastica. II. quia aer à globo reflexo dividendus resistit, motumque retardat. III. quia ipsa gravitas globi ad descensum urget linea recta. Ceterum si cui obliqua illa in planum immersio, unde pendet obliqua reflexio, mira videtur: perpendat globum incidentem in planum marmoreum inclinatum tenuissime oleo inductum, ubi macula relinquitur non rotunda, sed oblonga, indicio manifesto, obliquam tam immersionem, quam emersionem fieri.

Alia quæstio hic agitari solet de causa motus reflexi, Philosophis in binas opiniones abeuntibus: alii nempe causam motus reflexi plerumque esse censent illam vim, qua corpus ferebatur motu directo, ab occurrente obstaculo ad novam motus lineam determinatam, ita ut putent cum Cartesio O perfecte durum in aliud item perfecte durum incurrens esse reflectendum: alii contra unicam reflexionis causam elasticitatem constituunt. Sit igitur.

112. Propositio III. Motus reflexi causa repetenda est ab elaterio corporis vel reflexi, vel reflectentis, vel utriusque. Probatur. Si motus reflexus accurate sese accommodat tam vi elasticæ, quam legibus reflexionis ab hac vi causatæ, illius causa repetenda erit ab elaterio corporis vel reflexi, vel reflectentis, vel utriusque: atqui imprimis motus reflexus accurate se accommodat vi elasticæ, cum constet in nullis corporibus deprehendi motum reflexum, nisi quæ sunt elastica, ita ut in quibus aut nulla, aut debilior est

vis

vis elaſtica, aut nulla item, aut debilior ſit reflexio. Certe globus chalybeus temperatus, aut eburneus ex alto in incudem demiſſus egregie reſilit ob inſigne, quo præditus eſt, elaterium: at minus reſilit globus chalybeus non temperatus, minus aureus, ſtanneus, plumbeus, aut ex molliore argilla conflatus, quia ejusmodi corpora exiguo pollent elaterio, compreſſa nullam, aut modicam vim habent ſeſe reſtituendi, ſed contuſionem compreſſione conceptam perpetuo ſervant. Globus è tormento vibratus in murum ſacco lanæ veſtitum nec penetrat, nec reſilit; ſed ad muri pedem decidit, cur ita? quia mollioris lanæ elaterium inertius eſt, quam ut poſſit tantam molem repellere. Si idem globus incidat in O elaſticum e. g. rupem marmoream, ſed tanto ictu, ut ejus partes conterat, non reſilit; at ſi leviore ictu, quam qui poſſit duritiem marmoris lædere, reflectetur. Quod vero motus reflexus ſeſe accommodet legibus reflexionis ab elaſticitate cauſatæ, ex prioribus propoſitionibus colligi poteſt. Accedit, quantitatem motus directi extingvi per occurſum corporis perfecte duri, ut adeo reflexio non ab alia cauſa, quam elaſticitate repeti poſſit, ut amplius patebit ex dicendis *Art. ſeq.*

Quæres porro, cur corpora elaſtica compreſſa atque in libertate ſe reſtituendi poſita non reſtituant ſe in ſtatum priorem, niſi poſt plures vibrationes per vices complures corpora illa ultra ſtatum quietis emoventes? ℞. Id inde fieri, quia pars compreſſa ſeſe reſtituens recipit eandem celeritatem, quam accepit primo impulſus momento, contraria tamen determinatione, ut oſtendet (*fig. XII. Tab. III.*) ſit chorda tenſa inter puncta fixa A, b, in quam incidat corpus ſolidum cum ea vi, quæ eam ex c in d dimovere poſſit: hac percuſſione chorda prolongatur, cum longitudines A d, & b d majores ſint, quam longitudo A b. Quod ſi chorda à reſtitutione non impediatur, fiet, ut per elaſticitatem punctum d in c adducatur, habeatque in directione d c eandem velocitatem, qua à percuſſione propulſa fuit in d. Cum autem iſthæc

cele-

celeritas effectum suum consequi debeat, chordam ex C in E transferet, donec tandem illam ad quietem reducant obstacula resistentiarum, quæ inde oriuntur, quia medio chordæ moto partes aliæ utrinque semper prolongantur, cui tamen prolongationi cum resistant, motus debilitatur sensim, cessabitque, cum omnis reactionis celeritas erit extincta.

ARTICULUS IV.

De Collisione Corporum.

COllisio corporum, seu percussio est actio eorundem, qua unum O in aliud mutuo contactu aut omnem motum suum, aut ejus aliquid transfert, atque hac ratione vim suam cum altero communicat. Quia vero experientia constat, corporum in se incurrentium, aut inter se collisorum motus immutari, dubitari nequit, quin in ipso corporum conflictu ratio hujus phænomeni investigari debeat, cum O vi inertiæ suæ perseveret in statu suo, nisi ex illo ab aliis potentiis deturbetur, quare definiendum erit, quanta sit illa vis, quæ mutationem motus in collisione corporum producit, & quantam mutationem in conflictu utriusque corporis motus subeat. Leges istas primus omnium explorare conatus est Cartesius, sed non omnium primus etiam invenit: nam adeo à vero abhorrent leges de communicatione motus ab ipso traditæ, ut nemo sit, qui ab illius mente non recedat, quo non obstante sua non est privandus laude (ut bene monet Ricetus nobilis Physicus) cum ipse errando fecerit, ut alii errores vitarent, rarumque sit scientiæ cujusdam simul fundamenta jacere, simul eandem ad perfectionem deducere: neglecto igitur Cartesio leges alias dedere Vallisius, Hugenius, Mariottus? Gravesandius, aliique, quas confirmarunt experimentis accuratissimis.

Ad

Ad leges has rite tradendas assumendum est principium à Nevtono, Gravesando, Keillio axiomatis instar statutum, & in proleg. à nobis insinuatum: *actioni unius corporis contrariam semper & aequalem esse reactionem alterius, in quo suam illud vim exercet:* ,, quidquid premit, vel trahit alterum (inquit Cl. Nevt.) ,, tantundem ab eo premitur, vel trahitur. Si quis ,, lapidem digito premit, premitur & hujus digitus à ,, lapide: si equus lapidem funi alligatum trahit, re- ,, trahetur etiam & equus, ut ita dicam, æqualiter ,, in lapidem: nam funis utrinque distentus eodem se ,, relaxandi conatu urgebit equum versus lapidem, ac ,, lapidem versus equum, tantumque impediet pro- ,, gressum unius, quantum promovet progressum al- ,, terius. Quo loco omittendum non erit, quod ad plenam hujusce axiomatis notitiam tradit Volfius Cosmol. §. 346. his verbis: ,, Qui propositionem præ- ,, sentem non satis intelligunt, iis circa eam diffi- ,, cultates enatæ sunt: etenim ex eo, quod equus ea- ,, dem vi in lapidem trahatur, qua ipse lapidem tra- ,, hit, colligunt, quod motus nullus subsequi debeat. ,, Tacite vero sumunt, cujus contrarium paulo ante ,, adstruximus, quasi O vi tota agat in alterum, cum ,, tamen vis, qua in corpus agit, non sit major ea, ,, qua alterum ipsi resistit. Unumquodque corpus eam ,, partem vis suæ impendit in actionem, quæ sufficit ,, ad resistentiam superandam, quod siqua pars su- ,, persit, ea alii actioni impenditur. Evidens idem ,, est in exemplo equi trahentis lapidem funi alliga- ,, tum. Neque enim equus in trahendum lapidem o- ,, mnes vires impendit, sed eas saltem, quæ ad resi- ,, stentiam ejus vincendam sufficiunt, ceteris utitur ,, ad incedendum. Quoniam nempe lapis non am- ,, plius resistit, equus tamen absque eo progredi ne- ,, quit, ideo eundem secum trahit, cumque fieri mi- ,, nime possit, ut uno eodemque tempore eadem vis ,, ad duos effectus à se invicem producendos simul ad- ,, hibeatur, equus tardius incedit, dum lapidem tra- ,, hit, quam incederet, si libere progrederetur. Po-

,, ne

,, ne funem resecari, dum equus currit, eum multo
,, velocius currere observabis, etsi eundem adhibeat
,, ad incedendum conatum. Hinc ratio apparet, cur
,, aucto pondere trahendo incessus continuo difficilior
,, evadat, donec tandem gradum prorsus sistere co-
,, gatur trahens viribus ad resistentiam superandam
,, minime sufficientibus. Et quoniam in arbitrio mo-
,, ventis positum non est, quam vim in actionem im-
,, pendere velit, sed eam utique impendere tenetur,
,, quæ ad resistentiam superandam requiritur, ideo
,, constanter eadem vis in actionem impenditur, seu
,, pondus celeriter, seu tarde trahatur. Id imprimis
,, patet in libra, ubi ipsis oculis manifestum est, ad
,, resistentiam ponderis in una lance positi vincendam
,, requiri vim ipsi æqualem, motus autem celerita-
,, tem pendere à vi, quæ eidem superaccedit. Nec
,, minus liquet per experimenta hydrostatica, quam-
,, cunque vim adhibeas ad O specifice levius sub aqua
,, mergendum, non adhiberi posse vim majorem ea,
,, quæ ad resistentiam aquæ superandam requiritur.
,, Et in his quoque experimentis videre licet, celeri-
,, tatem descensus in aqua pendere ab excessu virium
,, supra vires ad resistentiam superandam requisitas.
,, Ita cit. Volfius.

113. Propositio I. Si duo corpora perfecte dura viribus æqualibus & contrariis instructa sibi occurrant, utrumque quiescet. Est isthæc lex contra Cartesium, qui existimat utrumque O æqualibus viribus reflecti, eo quod motus omnis perdatur per communicationem. Probatur. Si corpora ita concurrunt, tunc actiones sunt æquales, ac oppositæ, ita ut actio corporis b neque vincat actionem corporis L, neque hæc illam: ergo neutra actione corpus determinatur ad reditum: atqui neque propria actione utrumque O determinatur ad reditum, cum actio propria sit potius ad motum continuandum: igitur post ictum utrumque quiescet, cum nihil sit, quod ad motum reflexum determinet. Accedit, quod constanti experientia deducatur, duo corpora elastica æqualia, si concurrant æ-

quali

quali celeritate, post ictum utrumque redire eadem, qua advenerant, celeritate: at vero hoc fieri non debere, nisi actiones contrariæ ratione duntaxat conflictus, & motus contingentes se destruerent, sic ostendo: nulla foret ratio, cur æquales illæ, ac contrariæ actiones in elasticis destruerentur, cum tamdiu durarent, quamdiu durat æqualis utrinque partium compressio: igitur redirent corpora & priore illa celeritate, quam conservarunt, & nova, quam ex restitutione partium eodem tempore obtinent, ut adeo corpora elastica in se mutuo incurrentia non eadem, sed diversa celeritate redire deberent. Certe perseverans semper eadem motus quantitas, quam Cartesius excogitavit, nulli solido fundamento innititur, adeoque fictitia, ut aliæ ejusdem hypotheses, videtur. Ex quo inferri potest etiam motum cessare in casu, quo duo mobilia inæqualia concurrunt celeritate massis reciproce proportionali, cum etiam tunc actiones sint contrariæ, ac æquales.

114. Propositio II. Si O perfecte durum in aliud ejusdem generis prorsus immotum directe incurrat, ambo post ictum æqua celeritate unius instar ad eandem partem moventur. Ratio est, quia incurrens corpus A tantum agit in corpus b quiescens, quantum requiritur ad hoc obstaculum tollendum: atqui hoc tolli potest parte vis incurrentis: igitur eam duntaxat partem suæ vis amittet incurrens; quæ requiritur, ut quiescens post ictum eadem celeritate moveatur, qua incurrens altera vis suæ parte post ictum motum continuat.

Coroll. I. Corpus A in corpus b sic incurrens tantam duntaxat vim impertit in ictu, ut quæ in eo post ictum remanet, sit ad vim quiescentis corporis percussi, ut est massa incurrentis ad massam quiescentis. Ut si massa corporis A ponatur = 3, ejusque vis = [illegible], & massa corporis quiescentis b, in quod incurrit, ponatur = 2, vis illa in ictu ita dividetur, ut quæ collisione peracta in corpore A habetur, sit = 18, & quæ in corpora b tunc itidem extat, sit = 12: cum enim

enim corpora A b eadem celeritate simul post ictum moveantur, insitæ eorum vires directe erunt inter se, ut eorundem massæ, nempe ut 3 ad 2. II. Corpus perfecte durum incurrens in aliud æqualis diametri quiescens amittet in ictu dimidiam partem vi suæ. Si quiescens minoris est diametri, minus dimidia parte, si majoris, plus dimidia parte vis suæ amittet.

115. Prop. III Si O perfecte durum in aliud ejusdem generis tardius ad eandem partem motum directe incurrat: eadem celeritate ad celerioris partem ambo post ictum moventur Ratio est, quia duo corpora, quorum unum insequatur aliud ad eandem partem tardius motum, se habent perinde prorsus, ac si anterius plane quiesceret, posterius vero relativa duntaxat vi præditum esset, eaque in illud tantummodo moveretur: nam cum corpora ad eandem partem æqua celeritate mota, eandemque inter se distantiam servantia, perinde se habeant, si conferantur inter se, ac si plane quiescerent, certe duo corpora A b (quorum unum A ita insequatur alterum b tardius motum, ut celeritas relativa sit = a) non secus se habebunt, ac si corpus A vi = a tenderet in corpus b prorsus immotum. Quod si ita, ambo post ictum eadem celeritate movebuntur, ut N. priore dictum. Ex quo rursus deducitur sequens Coroll. corpus A in b sic incurrens tantam duntaxat vim impertire in ictu, ut quæ in ipso insequente corpore remanet, sit ad vim tradioris corporis post ictum, ut se habent ipsorum corporum massæ directe, ut adeo incurrens in aliud æqualis diametri dimidiam partem vis suæ relativæ amittat, si quiescens minoris est diametri, minus dimidia parte, si majoris, plus dimidia parte vis suæ relativæ deperdat, cum etiam in hoc casu summa virium ante ictum, summæ earundem post ictum sit æqualis, ut consideranti fiet perspicuum.

116. Propositio IV. Si duo corpora perfecte dura viribus inæqualibus sibi mutuo directe occurrant, viribus ipsis æqualibus in ictu elisis, quod majore vi præditum est, alterum pellit ante se, simulque ambo secun-

fecundum præpollentis directionem æqua celeritate moventur. Ratio eſt, quia cum juxta N. 113 vires oppoſitæ prout æquales ſe deſtruant, duo illa corpora A b conſiderari debent poſt ictum perinde prorſus ac ſi corpus b quieſcens a corpore A urgeretur ad motum, atqui in hoc caſu ex dictis moverentur ambo eadem celeritate: ergo &c.

Hinc rurſus ſi duo corpora plane inertia viribus inæqualibus ſibi mutuo directe occurrunt, eliſis eorum viribus prout æqualibus, excessus præpollentis ita per utrumque corpus in ipſa colliſione diſtribuitur, ut ejus vires, quæ in ipſis corporibus poſt ictum habentur, ſint directe inter ſe, ut eorundem corporum maſſæ. Sic ſi vis, qua corpus A ſuperabat corpus b, eſt = 2 ante ictum, illa, quæ remanet in A, eſt ad vim corporis b poſt ictum, ut eſt maſſa ipſius corporis A ad maſſam corporis b, ut ex prioribus conſtat.

Leges haſtenus allatas corporum perfecte durorum ſequuntur corpora mollia, cum iſta per ictum in unum quodammodo corpus coaleſcant, nec alia actio præter impactum interveniat, ut adeo Noletus rem totam breviſſime expediat tribus iſtis legibus. I. dum corpus quietum impellitur ab alio corpore, celeritatem dividi neceſſe eſt inter utrumque pro ratione maſſarum. II. Dum duo corpora in eandem partem inæquali celeritate mota colliduntur, ſeu maſſæ æquales ſint, ſeu inæquales, continuant motum, in eadem directione celeritate communi, quæ tamen minor eſt illa, quam habet corpus impellens, & major illa, quam corpus impulſum ante contactum habebat. III. Si duo corpora motu contrario ſibi occurrant, totus peribit: quod ſi poſt colliſionem quidpiam motus remanſerit, movebuntur ambo in eandem partem ita, ut quantitas motus illis communis ſit æqualis exceſſui [illegible] ante colliſionem. Ut iſta omnia experimentis confirmarentur, adhibita eſt machina *percuſſoria*, quam deſcribit Keilius *introduct. ad veram phyſicam. p.* 1. Mariottus *de la percuſſion des corps prop.* 1. & no-

vo apparatu auxit Gravesande *in phys. Elem. Math. T.* 1. *p.* 213, cujus summa huc redit, ut in asseri ligneo centris c d (*fig. I. Tab. IV.*) describantur duo arcus circulares A E, b f, qui chorda A I pro lubitu assumpta ita dividantur, ut sit A 2 prioris chordæ dupla, A 3 tripla, A 4 quadrupla, & sic porro. Si deinde ex centris c d suspendantur pendula, quibus interne appensa sint corpora A, & b mollia, vel elastica, quorum massæ cognoscantur, atque tum tale pendulum elevetur ad numerum quemcunque, e. g. 5, sibique permittatur, descendet illud per arcũ S A, & in situ verticali C a obtinebit exacte celeritatem cognitam 5, qua in globum alterum b incurrere, & sub celeritate data collisionem cum b exercere potest. Sin igitur postea b ascendat ad numerum 2, intelligetur collisionem hanc produxisse celeritatem 2. Modo leges illas, quæ obtinent in collisione corporum perfecte elasticorum, paucis expediamus.

117. *Propositio V.* Duo corpora perfecte elastica (quorum unum in alterum quiescens directe incurrat) ita se habent peracto ictu, factaque partium compressarum restitutione, ut, quod erat in quiete, polleat vi dupla illius, quam obtinuisset, si utrumque fuisset perfecte durum, & incurrens ammittat vim duplam illius, quam amisisset in eadem hypothesi. Sit corpus A perfecte elasticum (*fig. II.*) & incurrat directe vi = 7 in b ejusdem generis quiescens, quod per solum impactum acquirat vim = 2, dico fore, ut peracto ictu, & facta partium compressarum utriusque corporis restitutione corpus b habeat vim = 4 secundum directionem A C, & corpus vi itidem = 4 destitutum maneat. Probatur. Cum corpus b quiescens vim = 2 in ictu acceperit, compressio erit utriusque in ictu vi = 2, eademque vi fiet utriusque corporis post ictum restitutio: movebitur igitur corpus b secundum directionem b c vi = 2 + 2 nempe vi = 2, quam obtinuit per ictum, & insuper vi alia = 2 qua compressarum suarum partium restitutio peragitur: conspirant quippe hujusmodi vires, ut est perspicuum, igitur

tur b vim habet $= 4$. Corpus autem A amiſit in ictu vim $= 2$, cauſa vero reſtitutionis compreſſarum ſuarum partium regredi poſt ictum cogitur vi itidem $= 2$: ergo cum vires oppoſitæ prout æquales ſeſe perimant, vis, quæ peracta partium compreſſarum reſtitutione habeatur in A, erit $= 7 — 2 — 2 = 3$, atque adeo vi $= 4$ dupla ſcilicet ejusdem, quam alioquin in caſu perfectæ duritiei amiſiſſet, privatum remanet. Sequitur id ex natura elaſticitatis : ubi enim elaſticum incurrit in alterum, duæ quodammodo actiones in utroque corpore concurrunt, altera per motum, & altera per reſtitutionem partium : cum autem reſtitutio æqualis compreſſioni fiat in partem compreſſioni oppoſitam, reſtitutio incurrenti tantum demit ex motu, quantum prior actio impactus, è contrario tantum addit quieſcenti, quantum actio impactus.

Coroll. Duo corpora perfecte elaſtica ejusdem diametri (quorum unum directe incurrat in alterum quieſcens) ita ſe habent perfecto ictu, factaque partium compreſſarum reſtitutione, ut quieſcens tantam vim habeat, quanta in incurrente erat ante ictum, incurrens vero omni plane vi deſtituatur. Ut ſi (*cit. fig.*) A perfecte elaſticum directe incurrit in b vi $= 4$, vis corporis b facta reſtitutione partium compreſſarum erit $= 4$, & vis corporis A $= 0$ id eſt nulla : nam cum corpora A & b ſint æqualia, A dimidiam vis ſuæ partem amittet, & b eandem obtinebit: facta igitur compreſſarum partium reſtitutione vis corporis b erit $= 4$, vis corporis A $= 0$, ut adeo corpus perfecte elaſticum in alterum ejusdem naturæ, & æqualis diametri quieſcens totam vim ſuam velut transferre videatur.

Hinc ſequentes leges inferri manifeſtum eſt I. Corpus ſic incurrens in alterum æqualis diametri immotum poſt ictum manet, hoc vero ea celeritate poſt ictum movetur, qua corpus ipſum incurrens ante ictũ movebatur. II. O perfecte elaſticum in alterum minoris diametri incurrens totam ſuam vim non amttit, ſed eadem directione etſi tardius, motum pro-

ſequitur ; corpus vero minus, quod ante quieſcebat, movetur celeritate majore. III. O in aliud majoris diametri incurrens illud quidem ad motum ſecundum ſuam directionem determinat, verum moveri, ut ante, non pergit, ſed regreditur. Ex quibus apparet ratio, cur ſi in eadem linea recta fuerint plura corpora perfecte elaſtica magnitudine æqualia, quæ ſeſe mutuo tangant, tot ex ultimis recedant, quot itidem elaſtica corpora illis æqualia ſimul in ea directe incurrant. E. g. ſi in eadem linea recta fuerint plura corpora b c d E (*fig. III. Tab. IV.*) ejusdem diametri ſeſe contingentia, ultimum duntaxat g, ceteris quieſcentibus, pergat in f, ſi unum tantum A directe incurrat, duo vero ultima E, g ſimul moveantur in f, ſi in ea ſimul incurrant duo A a, atque ita porro: nam in primo caſu globus A totam vim ſuam transfert in globum b, globus b hanc totam in c, & ita deinceps: ſimiliter in altero caſu globus A totam vim ſuam transfert in b, & alter globus A totam vim ſuam imprimit a, ex quo hæc ipſa tranſit tota in b, poſtquam globus b eam in c tranſtulit, quam a globo a primo recepit. Plura non addo, cum leges reliquæ facile ex iis, quæ de corporibus perfecte duris diximus, deduci poſſint. Qui rem prolixius tractatam volet, adeat Jacobi Hermanni elegans de phoronomia opus, qui illo libro pleraque Phyſicorum inventa eſt complexus.

ARTICULUS V.

Reſolvuntur reſiduæ difficultates ad actionem motus pertinentes.

118. QUæſtio imprimis inſtitui poteſt, utrum actio quæcunque corporis in motu conſtituti ſuperet actionem cujuſcumque corporis quieſcentis, & per vim inertiæ motui reſiſtentis: qua in re nullum nobis

nobis dubium videtur de exceſſu actionis cujusque corporis moti ſupra actionem corporis quieſcentis, quod ſic oſtendo: ſit maſſa quæcunque quieſcentis M, incurrentis m, celeritas quæcunque C. Jam vero quamcunque rationem habet m : M, dari poteſt celeritas in M (quia occurrat ipſi m) quæ ſit in eadem ratione ad C, in qua eſt m ad M, quo caſu ſequetur ex dictis quies utriusque incurrentis, cum ſit m : M = c : C, adeoque m C = M c, quæ ſunt vires vivæ corporum M & m concurrentium. Quare ſi M haberet minorem celeritatem, quam C, actio maſſæ m = m c eſſet major, quam actio maſſæ M in minorem, quam c, celeratatem ductæ: igitur multo magis erit major, ſi celeritas in maſſa M fuerit nulla; hoc eſt, ſi quieſcat, ut adeo quæcunquæ maſſa m quacunque celeritate C mota vincat reſiſtentiam quieſcentis. Hinc Mariottus *Tract. de percuſſ.* corpus *p. II.* ponit vim ictus horizontalis eſſe infinitam, id eſt, ſi corpus utcunque exiguum directe feriat aliud utcunque grave quieſcens horizontaliter utcunque exigua celeritate quieſcens moveri incipiet.

Neque dicas 2. nullum per ſe ſane in corporibus majoribus motum excitari, dum in ea incurrunt minora corpora. Nam præterquam quod corpora non ſint perfecte dura, adeoque in ipſis re ipſa contingat motus localis quarundam partium: ſenſus noſtri apti non ſunt ad motum percipiendum totius corporis, quanquam perſæpe etiam tremor in percuſſis ſat notabilis obſervetur, ut ſi incudi ingenti grana milii imponas, dein malleolum leviuſcule impingas incudi, hujus motum & tremorem ſubſultantia grana manifeſte prodent. Neque II. ſequi in noſtra opinione turbationem æquilibrii, & emotionem globi terraquei ex loco ſuo: cum movens fulcro alicui innititur ſemper, quod vel immediate, vel mediate communicat cum terra, ut adeo oppoſitam partem motus ſemper habeat æqualis niſus. Neque III. hac ratione ad minimum motum oriri tremorem maximorum corporum: nam ille nunquam erit ſenſibilis.

119. Altera quæstio est, utrum actio corporis moti in quiescens instantanee agat in omnes hujus partes? qua in re certum imprimis est, in corpore *perfecte duro*, cujus omnes partes sint contiguæ, actionem alterius instantaneam fore in omnes partes: nam si pars una cederet, aliis non cedentibus, O perfecte durum non foret, quia mutaretur figura. Deinde de corporibus *perfecte elasticis*, & *mollibus* eadem est ratio: nam in illis anterior pars comprimitur nondum cedentibus posterioribus, in his mutatur figura ea parte, qua percutiuntur, quin loco cedant, vel pars percussa figuram mutet. Denique de aliis quoque corporibus mediæ sortis (quæ ad unam ex his classibus accedunt) lignis, metallis &c. certum est motum partium successive fieri. En experimenta: baculus duobus filis tenuibus in extremitatibus suspensus si in medio baculo validiore percutiatur, illæsis filis rumpitur, igitur moventur partes percussæ, illis, quæ filis incumbunt, immotis. Globus plumbeus ex fistula ferrea explosus perforat januam versatilem, facileque mobilem, quin ex ictu hujus globi moveatur; igitur partes quædam excutiuntur immotis aliis. Circulus ferreus (*fig. IV. Tab. IV.*) malleo in A percussus figuram suam in ellipticam C d E mutat, citiusque repellit globos b f, quam globus g e e diametro oppositum, manifesto indicio, partes circuli globo g contiguas quiescere, reliquis in C d E motis.

Ratio horum experimentorum non aliunde, quam ex vi cohæsionis, & plexu partium interstitia plurima intercipientium peti debet: sic baculus A b (*fig. V.*) è filis pendulus, si celeriter in parte c d percutiatur, motus propter intercepta vacuola, & paucarum partium cum vicinis f H, K l contiguitatem reliquo baculo nonnisi exiguus communicatur, unde cum pars exigua celeritatis baculi percutientis sufficiat ad motum celerem in parte b d I g excitandum, licet partes superiores c d aliquantulum cesserint primæ baculi percutientis actioni, is tamen parum celeritatis amisit, atque illico insequitur partes cedentes

tes baculi percussi, quæ adeo satis magnam vim acquirunt: jam cum vis cohæsionis sit determinata, superatur tum a vi, quam partes in c d I g obtinuerunt ex percussione, tum à nisu reliquarum partium in quiete permanendi, qui major est, dum motus deberet fieri celerior, unde necesse est partes in c d I g a contiguis avelli. At vero si ictus non fiat tanta celeriate, non tantum momenti, seu virium obtinetur ad motum à partibus c d I g, quæ vim cohærendi tantopere superent, nec nisus, seu resistentia vis inertiæ reliquarum partium tanta est, ut adeo facile à cohærentibus c d I H etiam omnes ad motum sollicitentur, momentumque minoris licet celeritatis, massæ tamen majoris nempe totius baculi ad fila rumpenda sufficiat. Idem proportionaliter applicari potest experimentis aliis.

120. Quæritur porro, quæ sit *resistentia medii* motum corporum impediens? R. corpus omne, quod movetur, cingi fluido aliquo, quod *medium* dicimus, quodque a mobili semper extrudi debet. Cum vero medium isthoc per vim inertiæ resistat, necesse est ad motum continuandum, ut à mobili resistentia isthæc vincatur, quo fit, ut post aliquod temporis intervallum motus corporis impediatur. En experimentum de Lanis nostri toties repetitum: Instruxit ille ex duobus globis plumbeis ejusdem ponderis duo pendula ejusdem longitudinis, ut simplex vibratio inter I fieret. Horum alterum ad 3 digitos vasi aqua pleno immersit, elevatoque utroque eodem tempore ad eam altitudinem, ut alterum fere aquæ superficiem tangeret, observavit ab illo, quod in aqua movebatur, nonnisi 93 vibrationes factas, cum alterum libero in aere 100 peregisset. Ratio est, quia etsi uterque globus æquales initio habeat celeritates, & æquale ex loco suo volumen fluidi pellat, quia tamen volumen aquæ loco pulsæ est circiter 800es magis densum, quam volumen aeris impulsum à globo altero, idcirco duo hæc mobilia agunt contra resistentias admodum inæquales (quæ se habent ut 1 ad 800) adeoque

que globus in aqua ſuſpenſus debuit primo momento partem virium ſuarum conſumere, quæ 800es excedit illam, quam globus in aere pendulus de ſuis viribus amiſit. Idem fiet temporibus alis, ut adeo globus in aqua pauciores oſcillationes peragat, citiusque ad quietem redigatur. Eandem reſiſtentiam medio, alii collegerunt experimentis aliis in vacuo Boyleano inſtitutis. Nevtonus demonſtravit ſphæram in medio tranquillo motam (quodque æqualis ſit denſitatis) amittere mediam motus ſui partem, priusquam percurrat ſpatium quo ad longitudinem 2 ſuis diametris æquale. Quo ſuppoſito ſit globus ferreus in aqua motus linea recta, pars aquæ ex loco depulſa, æquivalebit cylindro, cujus baſis æqualem habet cum globo diametrum. Conſtat denſitatem ferri ſe habere ad denſitatem aquæ ut $7\frac{1}{2}$. ad 1. patet rurſus, quomodo ſe habeat ſphæra ad cylindrum, cujus baſis pro diametro habet globi diametrum data cylindri altitudine, cum geometris notum ſit ſphæram eſſe ad cylindrum ſuper æquali baſi, & ejusdem altitudinis, ut 2 ad 3. his cognitis licet judicare de reſiſtentia globo ab aqua objecta.

121. Quæritur denique, quæ ſit reſiſtentia frictionum? R. ob gravitatem omnibus corporibus propriam nullum poteſt moveri in directione alia, quam perpendiculari, niſi corpus vel ſit ſuſpenſum, vel à plano aliquo retineatur, vel ſit in fluido aliquo omni ex parte ambiente, ut adeo neceſſe ſit () tranſire per diverſa puncta ſuperficiei illius plani, in quo movetur, vel medii, quod removet: cum autem ſuperficies corporum non ſint perfecte planæ, ſed multis cavitatibus interpolatæ, altiores, ac prominentes corporis partes ſe in cavitates alterius inſinuant non ſecus, ac rotæ dentatæ ſe invicem implicant; hinc alterum motus impedimentum, quod *frictio* dicitur. Frictiones diverſo modo fieri poſſunt. I. Dum corpus ſuper ſuperficiem alterius ita movetur, ut ſucceſſive easdem ſuas partes diverſis alterius applicet, ut ſi diſcus ſuper glaciem jactatur. II. Dum motus

ſit

ſit ita, ut ſucceſſive diverſæ corporis partes diverſas alterius partes contingant, ut ſi globus in plano movetur. Prioris exemplum ſit (*fig VI. Tab. IV.*) ubi rota c in plano A b verſus b movetur, rotæ ſubſtitue globum, qui ſuas habet prominentias per c d E indicatas, ſicut has quoque habet marmor politum A b, ut adeo alia ſemper prominentia alteri cavitati inſeratur, atque mobile una fere duntaxat parte reſiſtentiam experiatur. At vero (*fig. VII.*) corpori alteri f g ſuper planum H I moto plures reſiſtentiæ erunt ſuperandæ.

In æſtimanda frictionum reſiſtentia multum elaborarunt Cl. Amontons, Leibnitius, Sturmius aliique, qui generales leges ſtatuere in hoc argumento conabantur: ſic Amontonſius affrictum vult eſſe tertiam partem ponderis, quod ſupra alterum corpus trahitur, ubi tamen experimenta Muſſchenbroekii plurima oſtendunt, conſtantem rationem per pondus haberi non poſſe. Exiſtimo igitur frictionis reſiſtentiam non ita facile definiri poſſe, cum oriatur variis ex cauſis: ſi ſuperficies major eſt, plures erunt aſperitates: ſi exigua, eædem per pondus cavitatibus altius infiguntur, ut aucto poudere affrictus augeatur, cui tamen ponderi accurate reſpondere non poteſt affrictus, cum in quovis corpore determinata ſit flexilitas, aut fragilitas partium. Rurſus partes ipſæ eminentes in variis ſuperficiebus ſunt inæquales, humiditas flexilitatem, ſiccitas, & calor rigorem augent, ſubinde fragilitatem inducunt, denique maior eſt affrictus pro majore motus celeritate, cum huic corpora magis reſiſtant.

ARTICULUS VI.

De cauſa Elaſticitatis.

122. Cum vis elaſtica plurimorum motuum ſit origo, ut ex dictis patet, opportunum hoc loco eſſe

esse judicamus, in causam elasticitatis inquirere, quæ veteribus adeo fuit abscondita : ut de ea invenienda desperarent, illamque pro occulto naturæ mysterio haberent. RR. ipsi in varias abeunt opiniones. Cartesius *p. 4. princ.* elasticitatem corporum, seu restitutionem partium in priorem situm repetit à materia subtili per tenuissimos omnium corporum poros fluente hoc modo : si globus eburneus decidit in pavimentum, partes, in quibus fit contactus, complanantur, atque adeo viæ materiæ subtilis coarctantur, quæ cum nitatur vias, vel meatus ejusdem dilatare, globulum attollit sursum, & in pristinum statum reducit. Sit (*fig. VIII.*) globus A b c. in quo pars A sic comprimatur, ut motus materiæ subtilis in b & d retardetur, tum enim ea continuo impulsus in partibus laxioribus contenta urget latera, cessanteque pressione pristinam figuram restituit. Ducis sui vestigia secuti Cartesiani alii ejusmodi restitutionem partium compressarum sic explicant : supponunt imprimis corpora elastica poros habere ampliationis, & diminutionis capaces, quas repleat materia quædam fluida in quibusdam aquea, in aliis aerea, vel ætherea, quæ pressioni fluidorum ambientium resistens corpora in certo expansionis statu conservat. Hoc constituto quando partes ejusmodi corporum flexiles comprimuntur, tum enimvero ajunt materiam fluidam ex angustiis pororũ expelli non aliter, ac aquam ex spongia, cessante vero vi comprimente eandem gravitate, & mobilitate sua irruere denuo in poros, partes suo ordine cohærentes diducere, & ad pristinæ expansionis terminos restituere eo fere modo, quo spongia rursus intumescit, & à partibus aquæ gravibus, & mobilibus interstitia denuo subeuntibus expanditur.

Nevtonus elasticitatem corporum præsertim consistentium videtur adscribere soli attractioni. Nevtoniani alii in fluido subtilissimo, seu igne elementari admittunt vim repulsivam (quam assumunt tanquam ignis proprietatem seu pendeat à principio interno, seu externo, quod ignotum dicunt) per quam corpora

pora vel flexa, vel compressa, vel tensa in priorem figuram reducantur. Cum enim ignis in corporibus omnibus lateat, ejusque vis repulsiva per angustias pororum fortior reddita nisum exerceat in latera, cessante vi vel flectente, vel comprimente, vel extendente sublatum æquilibrium restituet, atque ad priorem figuram determinabit. Hanc vim repulsivam tanquam proprietatem igni tributam (ne inane quoddam commentum existiment alii) probant Nevtoniani ex variis phænomenis elasticitatis, oscillationum, lucis, caloris, coloris &c. suis locis adferendis. Quo in argumento ut quidquam statuatur, nonnulla de igne elementari hoc loco erunt præmittenda.

123. Fluidum universale, subtilissimum, per corpora omnia æquabiliter diffusum, rarissimum, elasticum, summaque mobilitate præditum evincunt phænomena sequentia. I. Si corpora dura, & elastica affricantur duris aliis, & elasticis, calorem, & ignem vehementem excitant, ut chalybis ad silicem affrictu excitatur scintilla, quæ abrasam acie silicis chalybeam particulam fundit in globulum splendentem, vitrique opaci speciem, si ope microscopii examinetur, exhibentem. II. In corporibus omnibus nonnihil incalescentibus rarefactionem observamus, ita ut ab ea nullum corpus seu fluidum, seu firmum sit immune, etsi gradus rarefactionis sit varius pro varietate corporum. Calore autem remittente contrahuntur corpora, redeuntque ad minus volumen. III. Quo corpora sunt densiora, eo plus caloris concipiunt ceteris paribus, minus ex eo recipiunt, si sunt rariora, ita ut densiora amittant calorem tardius, quam rariora: utraque tamen eo facilius calorem perdunt, quo densiora illis corpora alia frigida admoventur. IV. Experimentis Cl. Boyle, aliorumque laminæ metallinæ ope speculi caustici in recipiente vacuo intra 10, vel 12 fluunt, sicut in aperto aere, ut adeo ignis & adsit, & agat intra recipiens. Denique igni vim expansivam tribuerunt jam olim Cl. Malebranche *in mem. de l' Acad.* Ann. 1699. Lemeryus *ibidem Ann.* 1709,

17[illegible]), & Celeb. Boerhaave (quo nemo alter magis, & accuratius naturam ignis investigavit) qui *elem. chem.* variis in locis cum igni elasticitatem adscriberet, asseverat tandem, eundem omnium elasticorum esse potentissimum. Sit igitur.

124. *Propositio I.* Vis elastica corporum consistentium explicari non potest per leges mechanicas hactenus nobis notas. Probatur. Si vis elastica explicari posset per leges mechanicas, id fieret per affectiones mechanicas, simulque per motum, impulsum, gravitatem, aut pressionem fluidi cujusdam seu aerei, seu ætherei poros corporum replentis, distendentis, per eosque vi quadam transeuntis, ut hactenus explicuerunt Cartesiani mechanismi patroni: atqui nulla harum causarum est sufficiens, ut adeo rursus relictis viribus ordinariis recurrendum sit ad extraordinarias, ut simili modo ostendimus *dissert. I. phys. Art. V. & VI.* Assumpta propositio *de affectionibus mechanicis* sic ostenditur: inprimis elasticitas explicari non potest per extensionem, divisibilitatem, impenetrabilitatem, mobilitatem, vim inertiæ &c. cum isthæc omnia non minus conveniant corporibus perfecte duris, ac mollibus, quam elasticis: deinde neque explicari potest per istas proprietates quomodocunque combinatas: nam quæ demum cunque compositio in corporibus fingitur, ea nihil aliud præstat, quam ut corpus instructum sit certis poris, & partibus sese vel secundum plures, vel pauciores superficies tangentibus, hoc vel illo modo figuratis, aut ad motum magis, minusve aptis: quis autem dicet ex collectione istarum omnium affectionum sequi restitutionem corporum, si horum figuræ, pori, contactus per flexionem, compressionem, aut tensionem immutentur? nam partes corporis tensi, compressi, aut flexi per dictas affectiones mechanicas ad priorem figuram non redibunt.

Ostenditur porro altera assumtæ prop. pars, eandem restitutionem fieri non posse *per impulsum fluidi cujusdam seu aerei, seu ætherei.* Inprimis de aere: si restitutio fieret per pressionem aeris, ea contingeret

vel

vel per aerem exterius prementem, vel per illum intra ipsos corporum poros contentum, sese instar follium aut vesicularum dilatantem: at neutrum dici potest, cum inprimis ex constanti observatione in metallis, chordis fidium, lana, spongia, vitro &c. etiam in vacuo recipiente fiant phænomena elasticitatis, deinde dilatatio ipsius aeris ex alio quam mechanico principio peti debeat.

At vero materia subtilior, seu *æterea* ejusmodi est, quæ per *pressionem*, *subtilitatem*, & *imbibitionem* corporibus aliis elasticitatem elargiri possit? Nullum iterum deprehendo modum mechanicum, quo id fieri possit. Vel fluidum subtilissimum agit in unam duntaxat partem, vel undique nititur sese insinuare, ubi poros, aperturasque invenit: atqui neutrum subsistit. Non primum, alioquin si corpus elasticum curvatum foret ita, ut pars ejus concava sit conversa versus partem, unde venit fluxus æthereus, e. g. occidentalem, aut nulla foret ratio restitutionis, aut longe minore vi perageretur, quam si O curvetur in partem oppositam, ut fluidum illud in majora pororum orificia irrumpere possit, prout rem vel obiter perpendenti patebit. Neque etiam dici potest restitutionem fieri per fluidum undique sese in poros corporum insinuans: nam ut ex hydrostatica de pressione fluidorum deducitur, fluidum illud non potest habere vim majorem ex parte pororum laxiore, quam angustiore, cum in parte magis patente minor sit respective celeritas, ut adeo si undique premat æqualiter (*fig. IX.*) eadem vi nitatur poros in d c distentos tenere, qua cônatur eosdem in I K distendere, consequenter nulla sit ratio, cur potius ad I K extendantur, & ad d c contrahantur, præsertim cum in hac hypothesi latera A d, b c tantundem premerentur externe, quam interne seu à solo illo fluido, seu etiam ab aliis partibus solidis. Certe quamcúnque figuram obtineant partes corporum compressæ, nihil in iis materia æterea pressione sua immutabit, sicut aer nihil immutat in vasis aut conicis, aut quadrangula-

gularibus ex tenuiſſimis lamellis confectis, aut aqua non irruit in veſicam intra aquam compreſſam manente orificii apertura.

125. Neque dicas I. Materiam ætheream intra anguſtiores corporum poros conſtrictam majore celeritate, ac vi fluere, ſicut aqua fluit celeritate majore per anguſtias alvei coarctati, ut etiam, quantum poteſt, impetum in ripas obſtantes exerceat. R. Hoc argumentum ſupponere fluxum ætheris verſus certam duntaxat plagam, ut adeo etſi reſtitutio fieret obverſis poris latioribus, eadem tamen ex dictis conſequi minime poſſet obverſo materiæ fluenti auguſtiore orificio, aut objectis lateribus. Deinde major impetus obſervatur duntaxat in aqua tranſeunte per alveum anguſtiorem, quæ ante fluebat per latiorem: at vero ea pars corporis, quæ ante compreſſionem ab altera magis diſtabat, per ſuum ad alteram acceſſum non efficit ætheri viam ſimpliciter anguſtiorem, cum quanto hic anguſtior redditur, tantum alibi ſpatii relinquatur, ut patet in aere intra vas cylindricum compreſſo, ubi certe ex una parte pori non magis aperti ſunt, quam ex altera. Neque dicas II. Modum reſtitutionis in corporibus elaſticis exhiberi poſſe exemplo ſpongiæ, quæ expulſa per compreſſionem aqua denuo intumeſcit ceſſante vi comprimente, & à partibus aqueis poros ſubeuntibus rurſus diſtenditur. R. Allatum exemplum non explicare, ſed ſupponere elaſticitatem, ſimulque attractionem: nam expanſio corporis ſpongioſi non fieret, niſi ejuſdem partes forent elaſticæ, quarum nimia rigiditas relate ad gradum elaſticitatis, quo gaudent, per aquam emolliri debet. Certe ſi ſumas cumulum arenæ, ſcobis ferri, aliaque minus elaſtica, ea minime aqua expandet, etſi ſeſe intra poros inſinuet.

126. *Propoſitio II.* Vis elaſtica neque explicari poteſt per vires attractionis. Prob. Si partes compreſſæ corporis elaſtici per vires attractionis potius manerent in ſtatu compreſſionis, quam ſeſe reſtituant priori figuræ, certe per attractionem vis elaſtica explicari

non

non poteſt : atqui per vires attractionis partes potius manerent compreſſæ : igitur per illas vis elaſtica corporum explicari non poteſt. Aſſumpta propoſ. rurſus ſic oſtenditur : per compreſſionem quarundam partium diſtantia augetur, illarumque attractio minuitur ; aliarum partium diſtantia minuitur, earumque attractio augetur, ut adeo partes compreſſæ magis, & divulſæ minus ſe attraherent : hoc ipſo autem manerent in ſtatu compreſſionis, cum attractio partium divulſarum ſuperare non poſſet vim attractivam partium compreſſarum (ſicut ante compreſſionem aut flexionem attractio unius partis vincere non potuit attractionem alterius) eo magis, quo plus illa per compreſſionem eſt imminuta, & iſthæc aucta.

Non equidem inficior, attractionem in quibusdam caſibus e. g. corporum tenſorum quidquam ad vires elaſticitatis conferre non eo duntaxat, quod conſiſtentiam corporibus tribuat, ſed præſertim quia in dictis corporibus partium quarundam in priſtinum ſitum reſtitutionem per ſe etiam multum promovet : nam ſi in chordis, aut nervis fidium partes ante tenſionem inter ſe viciniores in longum extenduntur, fieri poteſt, ut ceſſante tenſione mutuis attractionibus ad ſe invicem rurſus accedant, quo tamen non obſtante cenſeo eidem attractioni ordinem præcipuæ cauſæ in negotio elaſticitatis tribui non poſſe, cum non ſufficiat in compreſſione corporum e. g. aeris, aut globorum eburneorum in ſe invicem impactorum, ut prius oſtendimus.

127. *Propoſitio III.* Si tribuatur igni, ſeu ætheri vis expanſiva, aut repulſiva, undecunque dependeat, phænomena elaſticitatis explicari poſſe cenſemus. Tria igitur ad explicationem corporis elaſtici requirimus I. Ut ea ſit pororum diſpoſitio, quæ corpus durum, rigidum, & aliquo gradu flexile efficiat, ut adeo partes complures flecti, vique impellenti cedere poſſint. II. Ut in interſtitiis copioſior ignis vel ipſa corporum compoſitione ſit interceptus, vel poſtea inductus. III. Ut inde ob cohæſionem plurium partium ambientium

non

non reperiat ignis facilem exitum, ut adeo interstitia illa nec foras hient in ipsam superficiem, neque cum aliis apertioribus communicent, sed ipsam partium integrantium naturam constituant, ut si forent instar globulorum, quæ relinquuntur in medio intra contactum 6 aliorum primi ordinis. His suppositis probatur. Prop. Si primigenia vis elastica seu expansiva tribuatur igni, prout spectatis phænomenis supra allatis tribui debet, explicari potest restitutio corporum *flexorum* instar arcuum, *compressorum*, ut fit in globulis eburneis is alios impactis, *tensorum* v. g. chordæ: nam inprimis in flexione, aut compressione cum interstitia aliqua fiant angustiora, ampliora alia, ignis in angustioribus contentus per imminutionem distantiæ obtinet vim expansionis majorem, & in amplioribus interstitiis debiliorem, unde cum ex illis facilem non reperiat exitum, nisum exercet in latera, sublatumque æquilibrium, & hoc ipso figuram corporis elastici restituet. Simili ratione restitutio fiet in tensis corporibus, quorum latitudo, & crassities per prolongationem minuitur contractis quibusdam interstitiis.

Quibus ita constitutis nemo nos, nisi immerito, arguere potest, quasi occultas, confictasque qualitates in Rempubl. Philosophicam introducamus (ut in simili argumento de attractione N. 86. ostendi) nam imprimis demonstramus phænomena elasticitatis per leges quascunque mechanicas nobis hactenus notas explicari non posse, deinde statuimus quidem ignem elementarē præditum esse vi expansiva, seu repulsiva qua minutissimæ ejus partes a se invicem removentur, non tamen definimus, an isthæc vis sit interna, an externa, aut ex quo principio pendeat, uti de attractioee diximus. Demum similem quandam inesse igni, ex innumeris ejusdem phænomenis suo loco ostendemus, qua admissa phænomena reliqua elasticitatis in corporibus aliis majoribus rite explicari possint, ut adeo qui nostræ assertioni adversus esse velit, eidem ostendendum sit elasticita-

ſticitati exponendæ vires mechanicas à vi inertiæ pendentes ſufficere.

128. Oppones I. ex Muſſchenbroek : ope ignis, ac caloris nonnullorum corporum elaſticitas aut tollitur penitus, aut ſaltem minuitur : atqui illud ſtatui nequit pro cauſa elaſticitatis, quod illam aut tollit, aut minuit : igitur ignis nequit eſſe cauſa elaſticitatis. R. ope ignis quorundam etiam O elaterium augeri, ut adeo inde univerſale argumentum fieri nequeat : nam variæ mutationes in corporibus contingere poſſunt, cur ob inductam caloris vehementiam elater minuatur. I. ob nimium calorem partium integrantium cohæſio debilitatur, illæque per flexum corporis elaſtici excedunt potius ſitu priore, quam comprimatur. II. major partium fit extenſio, ut adeo ignis prius incluſus liberiorem exitum habeat. III. facta ampliore per calorem partium dilatatione fit interdum, ut oſcillationes incluſi ignis tanta, qua prius, vi non agant in latera interſtitiorum. IV. demum jactura elaterii continget, ſi per caloris vim expellatur plus humoris, ac ſulphuris, quam requiratur ad juſtam partium flexilitatem : ſic ex ignito chalybe per apertos poros ignis abit (ubi illo aquæ immerſo partes externæ conſtringuntur, ignemque continent) non aliter ac ſpecula cauſtica metallina ſoli diutius expoſita calore concepto minus urunt, quia extenſis partibus mollities quædam inducitur, qua inducta oſcillationes fiunt inefficaces. Cur autem actione caloris interdum fiat elaterii augmentum, partim inde eſt, quod humores ſuperflui, ac ſulphura molliora abſumantur, partim quia ignis ſufficiens copia inducitur in interſtitia partium, quæ deinde frigore conſtringuntur : ſic contingit temperatio chalybis (quam multis experimentis indagavit Cl. Reaumur, ut teſtantur *mem. Acad.*) quæ nihil aliud eſt, quam ſubita illius ex igne extracti frigefactio, quæ fit per immerſionem in aquam, aut liquorem alium. Ceterum variabilis eſt corporum elaſticitas (ſi unum aerem excipias, de quo loco ſuo agemus) ita ut à

diuturno usu, ac repetita compressione debilitetur, sic arcus diu, ac frequentius tensus curvitatem tandem retinet, quorum ratio petenda est à circumstantiis variis: quandoque exspirantibus quibusdam corporum particulis igni constricto exitus conceditur liberior: eundem interdum egressum promovet aer humidus partes molliores solvens. Ignis ipse in poris corporum interclusus pro vario externi, & circumfusi ætheris statu seu calore seu frigore inducto varias exerit actiones modo validiores, modo debiliores, ut adeo continuo illo, auctoque conatu exitum sibi parare possit. Verum hæc generalia sunt non nisi circumspectis omnibus circumstantiis ad speciales apparentias applicanda.

129. Oppones. II. Phænomena alibi adferenda probant igni propriam esse gravitatem, eo quod augeat pondus aliorum corporum, unde sic arguitur: gravitas habetur per vim attractionis, igitur ignis elementaris vim habet attractivam, hoc ipso autem habere non potest vim repulsivam, nisi admittere velis in eodem corpore vires oppositas. R. Inprimis objectionem isthanc supponere vim expansivam, seu repulsivam igni esse intrinsecam, cum tamen illam statuamus duntaxat tanquam necessariam ejusdem proprietatem ex phænomenis cognitam, parum solliciti, utrum oriatur à principio interno, an externo, Dico deinde, etsi supponeremus vires attractivas, & repulsivas augeri, vel minui etiam æqualiter, minime tamen inde sequi easdem fore oppositas: cum enim in quavis distantia quantum cresceret attractio, tantum decresceret repulsio, vires duntaxat fierent otiosæ, & inefficaces, non oppositæ. Verum demus, illas vires eadem ratione crescentes esse oppositas, non tamen ejusmodi erunt, si statuantur inæquales, seu diversa ratione crescentes, aut decrescentes, quales reipsa esse inde est, quia illarum virium effectus non est simpliciter conjunctio corporum iis affectorum, neque simpliciter eorundem recessus, sed conjunctio, aut discessus ad certos limites. Si plus, quam sta-

tus universi postulet, augetur distantia corporum, minuetur per vim attractivam, sin vero distantia plus justo minuitur, augebitur per vim repulsivam: ex quo consequitur in distantia minore vim repulsivam crescere magis, quam attractivam, & in majore vim attractivam tardius decrescere, quam repulsivam. Neque quis existimet id sine omni fundamento statui: sola vi repulsiva fieri non posset, ut ignis penetret intimos corporum recessus, eaque quodammodo animet: sola vi attractiva nulla daretur oscillatio, nulla elasticitas, nulla lux, nullus calor &c. ut adeo optimus naturæ Parens utramque vim in eodem igne ita attemperârit, ut pernecessarios in globo nostro terraqueo effectus præstaret.

130. Oppones III. per solam attractionem restitutionem corporum pressu, ictu, vel tensione immutatorum explicari, si supponantur elastica vehementer attrahere ignem, & quasi absorbere ita ut æqualiter per omnia eorundem interstitia diffundatur, sicut Halesius *in Static. vigetab.* plurimis experimentis se didicisse fatetur, à sulphureis vaporibus aerem absorberi. R. Sine vi repulsiva seu expansiva ignis nunquam sequi æquilibrium, quo corpora compressa restitui possent. Aut enim inter partes corporis compressi major supponitur attractio, quam inter illas, ac ignem, aut minor, aut æqualis. Si primum, major erit partium compressarum inter se cunjunctio, quam ut ignem admittant. Si alterum, non minus corpora elastica per ignem dissolverentur, ac salia in aqua, metalla in menstruis, cum major foret nisus recipiendi ignis intra quasvis moleculas, quàm vis cohæsionis. Si tertium, omnia manebunt in situ suo; ut adeo elasticitas præter ceteras ignis proprietates ostendat eidem primigeniam vim elasticam (undecunque pendeat) tribuendam esse.

131. Oppones IV. Ex celebri dissert. Mairani de glacie Ann. 1748. Societati regiæ Parisinæ lecta, ubi in præfatione sua ait se deprehendisse in optica Nevtoni, elasticitatem (quam Malebranche in exiguis

vorticulis materiæ æthereæ constituit) tacite ab eodem Cl. Anglo sic fuisse admissam. En verba illius: vis primigenia elasticitatis aliud esse non potest, quam vis centrifuga : hæc autem dari non potest nisi per motum materiæ circa centrum aliquod, aut axem, atque ex hoc motu vorticuli nascuntur : igitur inexplicabilis est materia primigenie elastica, nisi sit ex vorticulis composita. Certe si supponatur partes materiæ æthereæ a Deo tanquam primo motore determinatas esse ad motum circa centra sua, ita ut cum intra poros constrictos devehenduntur, vi centrifuga adjuvante viam remotis obstaculis sibi aperiant, non minus inde, ac ex vi repulsiva, elasticitatis phænomena deduces. R. Inprimis multis locis ostendi posse, Nevtonum proponere quidem sæpius *vim repulsivam*, qua à se mutuo partes fugiant, quid tamen eadem sit, non definire ; ex ejusdam insuper principiis facile deduci, illam ex communibus motuum legibus pendere minime. Qua enim, quæso, ratione particulæ vorticulos illos constituentes a se invicem fugiunt? An quia præcise conantur à centro recedere? at vero hoc modo facillime fieret confusio illorum vorticulorum. An quia extima superficies vorticuli unius fugit à superficie votriculorum vicinorum? id per solum motum fieri non posse ostendit Nevtonus his verbis : ,, Vortices ex oleo, vel aqua, vel alia ,, aliqua materia adhuc magis fluida, possunt quidem ,, diutius motum suum retinere : verum nisi materia illa plane omnis tenacitatis expers foret, interque partes ejus neque attritus esset ullus, neque communicatio motus, quod fingi sane non potest, omnino futurum esset, ut motus perpetuo decresceret. ,, Ad constantiam igitur vorticum duo requirit, absentiam tenacitatis, & mutui attritus, qui certe adesset, si superficies unius vorticis motu, & impactu repelleret superficiem alterius, ut adeo quod Nevtonus de majoribus vorticibus hoc loco objicit, applicari multo magis possit vorticulis Malebranchianis.

PARS

PARS II.

De generalibus principiis Statices, Mechanices, & Hydroſtatices.

ARTICULUS I.

Explicantur præcipua Statices, & Mechanices fundamenta.

132. STaticam, ac Mechanicam perneceſſarias eſſe Phyſices partes nemo erit, qui in dubium revocet. Illa enim de æquilibrio corporum ſolidorum ita differit, ut hinc artificium pateat, quo dati cujusdam corporis pondus detegatur; hæc principia, legesque tradit, quibus potentia ſuſtinendo, movendoque corpori ex ſe impar ad illud vel ſuſtinendum, vel movendum idonea redditur ope quarundam machinarum. De utraque utiliter æque, ac fuſe, ut neceſſe eſt, agunt eruditiſſimi mathematum explanatores: nobis ea adferre eſt animus, quæ ad rem phyſicam potiſſimum ſunt accommodata, præmiſſis nonnullis notionibus huc pertinentibus.

Definitio I. Corpus *homogeneum* dicitur, cujus omnes partes ſenſibiles ejusdem ſunt rationis, ut purum auri fruſtum. *Heterogeneum* eſt, cujus non omnes partes ſenſibiles eandem habent rationem, ut fruſtum metalli, cujus pars una eſt aurea, altera argentea. *II.* Centrum *magnitudinis* corporis eſt punctum, per quod ſi planum ducatur, corpus ipſum in partes æqualis magnitudinis dividitur: ut in ſphæra centrum magnitudinis eſt illud punctum, a quo omnes rectæ ductæ in illius ſuperficiem ſunt æquales. *III.* Centrum *gravitatis* eſt punctum, per quod ſi planum tranſeat, & ipſum in partes æqualium ponderum dividitur, ſeu ex quo grave dato ſitu ſuſpenſum quieſcit.

ſcit. Ex quo patet, centra gravitatis, & magnitudinis perſæpe eſſe diverſa. *IV.* Linea directionis gravis eſt linea recta ducta ex centro gravitatis ipſius corporis in illud univerſi punctum, in quod gravia quæque ſibi relicta feruntur. Dicitur *linea directionis*, quia ita dirigit liberum gravium deſcenſum, ut ab ea gravia nunquam recedant. *V. Potentia* appellatur omne id, quod applicatur ad O vel movendum, vel ſuſtentandum. Nomine *reſiſtentia* venit id, quod in ſuſtinendis, movendiſque per machinas corporibus reluctatur, diciturque etiam *pondus*. Si motus ad vim aliquam actu conſequitur, vocatur *vis viva*; ſin vero non conſequatur, ſed pondus ſuſtineatur duntaxat, niſu tamen ad motum tendente, erit *vis mortua*. *VI. Jugum* dicitur linea recte, & inflexilis, quæ circa unum ſui punctum prorſus immobile liberrime moveri poteſt. *VII. Centrum motus* eſt illud immobile punctum, circa quod pondera ex jugo ſuſpenſa libere moveri poſſunt. *VIII.* Duo pondera extremis punctis ejusdem jugi appenſa dicuntur in *æquilibrio*, quando circa centrum motus ita ſeſe mutuo ſuſtinent, ut neutrum poſſit alterum vincere, aut ad aſcenſum determinare. *IX.* *æquiponderantia* dicuntur illa, quæ eidem jugo appenſa manent in æquilibrio. Hinc in quavis *machina* ſpectanda ſunt tria: *centrum*, *diſtantia*, ac *pondus*. Centrum, ſeu *Hypomochlium* eſt illud punctum fixum, cui machina innititur, *diſtantia*, aut *radius* eſt linea intercedens inter centrum, & unum machinæ extremum. *Pondus* ipſa ſunt corpora diverſis machinæ punctis ita applicata, ut in ſeſe mutuo agant.

133. Propoſitio I. Si linea directionis centri gravitatis cadit intra baſin, corpus conſiſtet extra periculum lapſus, ruet vero, ſi linea directionis extra baſin excurrat. Oſtenditur (*fig. X. Tab. IV.*) ubi plano horizontali juxta ſuperficiem planam M n x inſiſtit corpus A, cujus linea directionis A b intra illius baſin cadat, dico, fieri non poſſe lapſum corporis. Prob. Apertum eſt corpus ruere non poſſe, niſi linea E a

ducta

ducta à centro gravitatis fiat plano d E perpendicu-laris igitur cum recta A E excedat rectam a b, ca-dere nequit corpus a, niſi centrum gravitatis aſcen-dat: hoc autem niſi violenter aſcendere non poteſt: ergo &c. Rurſus: inſiſtat eadem fig. corpus b eidem plano, ita ut linea directionis x z excurrat extra il-lius baſin, dico fieri lapſum corporis, cum in hoc caſu centrum gravitatis x non ſuſtineatur à plano. Hinc ſphæra homogenea ſuper planum horizontale exi-ſtens immota conſiſtit, cum illius linea directionis per punctum contactus tranſeat, ſin vero poſita ſit ſuper planum inclinatum, deorſum labitur, ut vide-re eſt (*fig. XI*).

Plurima ex hoc principio vulgo miranda expli-cari poſſunt, quædam ſubjungam: Ratio apparet, cur aliquæ turres inclinatæ, cujuſmodi ſunt Bononienſis, & Piſana, non cadant, etſi illius perpendiculum di-ſtet a baſi intervallo 9 pedum, & hujus perpendicu-lum per ſpatium cubitorum $7\frac{1}{3}$ excurrat: nam utri-uſque linea directionis intra baſin eſt obſervante Ca-ſato *L. I. mech. C.* 9. Deinde patet cur fortius ſtent, magiſque externis viribus reſiſtant corpora, quo ma-jori baſi innituntur: nam quo major eſt baſis, eo vis major requiritur, ut linea directionis ex illa dimo-veatur. Hinc ſtamus facillime, dum plano horizon-tali utroque ſimul pede innitimur, quia lata eſt ba-ſis, cui corpus incumbit; facile vero ruimus, ſi uni-co pede inſiſtimus, quia baſis eſt nimis anguſta. Ean-dem ob cauſam corpora exilia, ut acus ſuper cuſpide ſua, ſtare non poſſunt: cum enim anguſta eorum ſit baſis, quævis vel minima inclinatio, vel minimus aeris impulſus ſufficit, ut illorum linea directionis extra baſin cadat. 3. æquilibrium hoc per directionis lineam obtinendum docuit ipſa natura non homines ſolum, ſed & bruta: inde dum ex ſella ſurgimus, retrahimus pedes, facile alioquin caſuri; dum in par-tem dextram ceſpitamus, ſiniſtram extendimus. Aves inſiſtendo uni pedi dormientes caput ſub adverſa ala abſcondunt. Anſer ſtabulum ſubiens caput demittit,

ne

ne dum altius limen uno pede conscendit, à reliquo graviore corpore retrahatur. Quadrupedia tribus insistunt pedibus, dum lente gradiuntur, cœpto motu ab anteriore sinistro, quem sequitur sinister posterior, ut tribus semper columnis insistat animal, linea directionis in partem alteram nonnihil inclinata. Videri hac de re potest *Borellus L. de motu animal. p. I.*

134. Propositio II. Si duo corpora quo ad pondus æqualia ex æqualibus sint distantiis suspensa, manent in æquilibrio. Sint e. g. corpora A b æqualis ponderis appensa ex æqualibus distantiis d A, d b à centro motus d (*fig XII. Tab. IV.*) dico, ea fore in æquilibrio. Probatur. Corpora moveri non possunt circa centrum, si momenta, seu vires massarum gravium utrinque sint æquales: atqui si distantiæ, & pondera sunt æqualia, etiam momenta erunt æqualia: cum enim quantitas motus æstimari debeat ex pondere, seu massa, & celeritate in se ductis, & celeritates corporum sint directe inter se, ut eorundem à centro motus distantiæ, perspicuum est vires motrices esse æquales, si æqualia sunt pondera, & distantiæ. Ex quo consequitur æquilibrium turbari, seu servata eadem distantia imponantur pondera inæqualia, seu servatis æqualibus ponderibus distantia a centro motus varietur.

135. Propositio III. Corpora inæqualis ponderis ex inæqualibus distantiis jugo appensa manent in æquilibrio, si eorum distantiæ à centro motus fuerint in ratione ipsorum ponderum inversa. Sint e. g. duo inæqualia pondera A b appensa ex inæqualibus distantiis d A, d b à centro motus: sit autem distantia A d ad distantiam d b, ut est reciproce pondus b ad pondus A (*fig. XII.*) dico ea fore in æquilibrio. Prob. Corpus A e g. triplo majus non potest moveri, nisi velocitatem triplo majorem in corpore b efficiat, illudque elevet: nam celeritates ex dictis sunt directe inter se ut distantiæ, ut patebit inspicienti figuram cit. ubi corpus b longe majorem arcum B b, quam sit arcus A a, intra idem tempus conficit: atqui corpus

pus A triplo majus velocitatem triplo majorem b efficere non potest, quia juxta principium N. priore insinuatum quantitas motus eadem est in corpore triplo minore, sed triplo celerius moto, quæ in corpore 3plo majore, sed triplo tradius moto; quantitas enim motus habetur ex ductu massæ in celeritatem: ergo &c.

Corollarium I. Exigua potentia sustinebit ingens corpus ope machinæ, si ita illi fuerint applicata, ut moveri non possint, nisi celeritas potentiæ sit ad celeritatem corporis, ut est reciproce resistētia corporis ad vim potentiæ: cum enim in hac hypothesi momentum *potentiæ* æquale sit momento *resistentiæ* corporis, necesse erit, ut potentia corpus sustineat.

Coroll. II. Exigua potentia movebit ingens corpus ope machinæ, si in illa ita se habuerint, ut celeritas potentiæ majorem habeat rationem ad celeritatem corporis, quam reciproce habeat resistentia corporis ad vim potentiæ: nam in hac hypothesi momentum *potentiæ* erit majus momento *resistentiæ* corporis.

Coroll. III. Exigua potentia eo facilius ope machinæ sustinebit, movebitque corpus, quo ratio celeritatis ipsius potentiæ ad celeritatem corporis major fuerit ratione, quam reciproce habet resistentia corporis ad vim potentiæ. Nam perspicuum est ea proportione continuo augeri *momentum*, quod exercet potentia machinæ applicata, & vicissim minui momentum resistentiæ.

136. Superest, ut pauca subjungam de duobus instrumentis staticis, seu ponderatoriis *libra* & *statera*, quibus ignotum dati corporis pondus exploratur. Libra plures habet partes (*fig. XIV.*) exhibitas, *Jugum* d E, quod vertitur circa *axem* H, hujus *brachia* æqualia d H & H E *lances* habent æquales affixas f g, quibus imponuntur pondera K I, inter quæ si æquilibrium fiat, æqualis sunt ponderis, sin alterum præponderet, gravius erit. Ut exacta sit libra, opus est *I.* ut brachia sint tam quo

ad

ad pondus, quam longitudinem æqualia, alioquin O ex longiore brachio suspensum apparebit gravius, quam re ipsa sit. *II.* ejusdem ponderis sint lances, & exiguus sit in motu jugi axiculi attritus. *III.* fallax foret libra ferrea, si magnes foret absconditus infra tabulam, cui lances incumbunt. De fallaciis libræ plura qui cupit, adeat Cl. Gravesandum, ac Noletum T. 3. *lect.* 9. hac de re fusius agentem.

Statera, cujus formam exhibet (*fig. XV. Tab. IV.*) est quasi libra brachiorum inæqualium constans 4 partibus, *jugo* A b in duo tamen brachia inæqualia diviso, *ansa*, seu annulo D d, cui ita aptatum est jugum, ut circa ipsius foramina tanquam centrum liberrime moveri possit. *Unco* extremitati brachii brevioris appenso, quo pondus examinandum suspenditur. *Æquipondio* M huc illuc mobili. Usus hujus instrumenti in eo est, ut sicut libra ad exigua, ita statera ad magna pondera exploranda adhibeatur. Appenso igitur corpore, cujus pondus quæritur, extremo puncto A minoris brachii A d, exiguum pondus M, seu æquipondium collocatur in eo loco majoris brachii d b, in quo cum librando corpore æquilibrium constituit, quo facto appensum corpus eam habet proportionem ad æquipondium, quam reciproce habet distantia æquipondii à centro motus ad brachium minus, cum ex dictis si pondera inæqualia ex inæqualibus distantiis suspensa manent in æquilibrio, sint in ratione ipsarum distantiarum inversa. Ex quo principio manifestum fit, fore, ut pondus exiguum maximam molem loco moveat, si quantum moles illa major quantitate massæ molem minorem superat, tantundem, & paulo amplius minus hoc pondus distantia à centro motus molem majorem exsuperet; hoc enim dato minor moles majorem obtinebit motus quantitatem, quam moles major, vincetque hujus resistentiam. Inane igitur non fuit illud Archimedis votum:

Da ubi consistam, & terras, Cælumque movebo.

ARTI-

ARTICULUS II.

De Machinis, ſeu inſtrumentis ad ſcientiam Mechanicam pertinentibus.

137. MAchinæ ſimplices duæ ſunt: vectis, & planum inclinatum, ad quas ceteræ revocari poſſunt, nempe ad *vectem* trochlea, axis in peritrochio, rotæ dentatæ, ad *planum inclinatum* cochlea, & cuneus, quæ omnes exiguæ potentiæ vires ad movenda, aut ſuſtinenda ingentia pondera mirum augent, ubi tamen prænotandum eſt illud, quod Volfius *Element. mechan.* §. 752. monet his verbis: ,, In ,, tradendis, aut demonſtrandis his legibus non ſpe- ,, ctatur materia, ex qua hæ machinæ conſtant, nec ,, materiæ affectiones, nec figuræ variæ, quæ ad cer- ,, tos uſus inducuntur, ſed eorum duntaxat ratio ha- ,, betur, quæ machinæ eſſentiam abſolvunt, ut nem- ,, pe conſtet, quæ præciſe machinæ conveniant: quod ,, ſi enim contingat, vel materiam, vel figuram, vel ,, aliud quodcunque obſtaculum impedire, quo minus ,, lex iſta accurate obſervari queat, ea ex ſuis prin- ,, cipiis ſeorſim ſunt determinanda ,,.

138. Initium in explicandis machinis ſumo à *vecte* ſeu pertica firma, oblonga, &, ut vulgo notum, ſuſtinendis, levandi-que ponderibus apta. In hac machina tria ſunt diſtinguenda: punctum fixum, ſeu *hypomochlion*, duoque pondera, quorum unum *reſiſtentia*, & alterum *potentia* movens dicitur. Ex quo facile ſequitur tria vectis genera adhiberi poſſe. I. ſi hypomochlion eſt inter potentiam, & pondus, ut videre eſt (*fig. I. Tab. V.*) ubi pondus eſt A, hypomochlion C, potentia b. II. ſi (*fig. II.*) pondus A eſt inter potentiam b & fulcrum C, ſeu terram, in qua infra lapidem vectis eſt defixus. III. ſi pondus b eſt in uno extremo, in altero fulcrum A, in medio potentia c (*fig. III*).

Si

Si primum vectis genus spectes, apparebit illud esse libram *inæqualium brachiorum* paulo ante expositam, ubi pondus A est levandum, in b est potentia, in C punctum fixum, ex quo appenduntur velut pondus, & potentia ad vim gravitatis mutuo exercendam. Hinc pondus A sustentabitur à potentia b velut in æquilibrio, si se habent reciproce A c : b C = b : A, hoc est si vis motrix ita se habet ad resistentiam ponderis, sicut vicissim ad distantiam ponderis ab hypomochlio se habet distantia potentiæ ab eodem hypomochlio. Sin vero majorem rationem habeat b c ad A c, quam habeat A ad b, resistentia ponderis levandi superabitur à potentia movente, ut adeo sursum tollatur. En rationem ex principiis datis huc applicatam: potentia illa movet, quæ majorem habet motus quantitatem; at vero in vecte primi generis dato potentia movens multiplicata per celeritatem suam majorem habet motus quantitatem, quam habeat onus levandum per suam celeritatem multiplicatum: ergo &c. Eandem rationem applica ad vectem secundi generis.

139. Ad vectem imprimis revocatur *axis in peritrochio*, seu circulus A b c cylindro d E intra fulcra d H I, E f g volubili connexus. Potentia applicatur radio rotæ, pondus alligatur per funem cylindro, ut circumacto circulo funis cylindro circumvolvatur, adeoque pondus P (*fig. IV.*) attollatur. Dico igitur, si potentia ope axis in peritrochio sustentat pondus, erit ad idem ut radius cylindri K L ad radium circuli A d. Probatur. Totus circulus de se est in æquilibribrio, adeoque sola linea A d, cui potentia applicatur, conducit ad motum: dum autem directione A M ad A d perpendiculari potentia circulum semel circumagit, etiam funis semel cylindro circumvolvitur, pondusque spatio ejusdem peripheriæ attollit, quæ spatia cum sint ut radii A d & K L, in eadem ratione erunt celeritates: igitur si potentia pondus sustentet, reciproce erit ad pondus ut K L : A d. Ex quo patet aucta nonnihil potentia pondus attolli.

Ubi

Ubi nota in praxi opus non esse integro circulo A b c: satis erit *cytalas* radio circuli pares infigere cylindro, & tum instrumentum isthoc mechanicis notissimum *Ergata* dicitur.

Trochlea rota est circa axem volubilis, adhibeturque duplici modo: vel enim figitur immobiliter, ut (*fig. V. Tab. V.*) vel est mobilis, ut (*fig. VI.*) Dico igitur I. si potentia ope trochleæ fixæ pondus sustentat, eidem est æqualis. Prob. Cum rota suspendatur ex axe C. undique ejus partes sunt in æquilibrio: nihil igitur ad ejus motum conducit, quam linea A b (*fig. V.*) quæ est vectis primi generis, in quo cum c A = c b, seu pondus p, & potentia O æqualiter ab hypomochlio distent, celeritas eorum est æqualis, ut igitur momenta sint æqualia, potentia debet pondus æquare. Dico II. si potentia ope trochleæ mobilis pondus sustentat, habet rationem ad pondus ut 1 : 2. Probatur. Cum trochlea in A (*fig. VI. cit.*) sustentatur ope funis M A, idem est, ac si A hypomochlio incumberet: est adeo A b vectis secundi generis, in quo potentia applicata est in b, & pondus in C: quare ut ex dictis æquilibrium habeatur, necesse est, ut sit A c : A b, ut potentia ad pondus: sed ob A c = C b est A c : A b = 1 : 2. ergo &c. Ex quo patet I. cochleam fixam non augere vires potentiæ. II. mire augeri potentiam, si plures trochleæ disponantur ut (*fig. VII.*) Nam si immediate in d applicaretur, dimidium ponderis ex dictis portare deberet, & si applicaretur in E, $\frac{1}{4}$ sustentaret: si in O solum $\frac{1}{8}$. Patet III. dispositionem frequentiorem esse, quam exhibet (*fig. VIII*) & *polyspastum* dicitur: nam cum funes omnes æqualiter tendantur à pondere, erit potentia ad pondus ut I. ad numerum funium a pondere tensorum, vel vero ad numerum trochlearum superiorum, simul & inferiorum.

140. Alterum, ex quo machinæ explicari possunt, principium est *planum inclinatum*, seu superficies plana corporis ita cum plano horizontali constituta, ut in illius contactu angulum acutum efficiat: hic angulus

quo

quo acutior fuerit, hoc planum erit magis inclinatum, eoque facilius per illud elevabitur pondus, cujus ratio ut intelligatur, notandum erit *I.* grave O quodcunque niti versus centrum terræ juxta lineam directionis a centro gravitatis versus illud tendentem; qui nisus superari debet, dum corpus sublime effertur, aut aliter, quam versus centrum, dirigitur. *II.* si O ita ad motum concitatur, sursumque levatur, ut nulla sui parte corpori alteri solido insistat, tum vero tota vis gravitatis a movente superari debet: at vero si solido cuidam insistat, & ad motum horizontalem concitetur, necesse erit, ut per vires tollatur æquilibrium inter partes corporis gravis intercedens, quo sublato vi gravitatis movebitur eam in partem, ex qua sublatum est æquilibrium. III. quod si jam globus f (*fig. IX.*) sursum elevetur per planum inclinatum A C, manifestum est minus illius segmentum f H insistere plano inclinato per lineam f g, atque in eo plano vim gravitatis suæ exercere; majus vero segmentum, quia linea directionis plano inclinato non insistit, atque adeo gravitatem suam per lineam f d exerit, alteri segmento præponderat, ac nisi viribus oppositis præpediatur, illud secum in præceps rapit. *IV.* ut igitur globus ille per planum inclinatum elevetur, id virium requiretur, quod necessarium foret ad segmentum majus linea perpendiculari A b tollendum. Hinc potentia movens in levando pondere multum juvatur per planum inclinatum, & quidem eo magis, quo planum erit magis inclinatum: nam quo magis accesserit ad lineam horizontalem, eo major sphæræ portio insistet plano, eoque propius acceditur ad æquilibrium inter partes globi. Ex quibus conficitur, ut potentia levare possit onus per planum inclinatum, ad illud rationem habeat est necesse, quam lineæ A b ad lineam A c, seu ut sinus anguli A c b ad sinum totum.

141. Huc revocatur I. *cuneus* ex planis inclinatis re ipsa compositus instrumentum alioquin notissimum, lignis, lapidibusque findendis opportunum. Ut æstimari

mari poſſit vis potentiæ ad corpus ope cunei findendum requiſita, lex iſthæc ſtatuitur: ſi potentia ope cunei ſuſtentat pondus, aut reſiſtentiam obſtaculi æquat, eam habet rationem ad obſtaculi vim, quam habet latitudo baſis cunei ad ejus altitudinem. Prob. Cum cuneus intruditur (*fig. X. Tab. V.*) altitudine q d, corpus reſiſtens recedit ſpatio I E, quæ ſpatia cum eodem tempore conficiantur, ſunt ut celeritates: quare ſi ſit reciproce potentia ad cuneum ut I E: q d, ſeu A b: C d, erunt in æquilibrio. Quod ſi tantiſper augeatur potentia, reſiſtentiam vincet: quo vero A b: c d ~~minorem~~ habuerit rationem, eo minor potentia ſufficiet. +

Denique ex plano inclinato profluit *cochlea*, ſeu cylinder in plures ſpiras ſolidas, & prominentes, aut helices elaboratus: qui alteri cochleæ, ſeu cylindro concavo ſpiris, & ſtriis exarato ita inſeritur, ut prominentes ſpiræ alterius concavis aptiſſime reſpondeant, ut videre eſt (*fig. XI.*) Ut rurſus innoteſcat utilitas hujus machinæ ad potentiam adjuvandam contra pondus reſiſtens, vides imprimis fig. cit. ultimam ſpiram tam quo ad partem prominentem, quam excavatas ex cylindro, explicatam eſſe triangulum a b c. Patet præterea potentiam non poſſe promovere reſiſtentiam ab una ſpira ad alteram, niſi facta integra totius cochleæ gyratione, unde ſi potentia immediate eſt applicata peripheriæ cochleæ, celeritas illius, ſeu ſpatium percurſum erit A b, è contrario celeritas reſiſtentiæ erit ſolum b c, ex quo perſpicuum eſt, tanto facilius vinci reſiſtentiam, quanto magis linea A b ſuperat lineam b c. Rurſus potentia juvatur magis, quo ſpiræ fuerint viciniores: nam hoc ipſo plana erunt magis inclinata.

142. Iſthæc quidem accuratius Mathematicis demonſtrata non eo fine ſunt allata, ut abſoluti machinarum ſtructores formarentur, verum ut plurimorum, & quotidianorum effectuum cauſas, & rationes reddere poſſimus. En exempla quædam magis obvia! forfices eo majores habent vires ad ſcindendum, quo lon-

longiora ſunt manubria, & quo propius ad punctum connexionis applicatur res ſcindenda. Cur ita? duplicem referunt vectem primi generis, quorum hypomochlion illic eſt, ubi pars una alteri conjungitur, reſiſtentia virium oppoſitarum eſt in re ſcindenda, manus applicata eſt potentia, quæ agit eo validius, quo major eſt illius, quam rei ſcindendæ ab hypomochlio diſtantia. II. Culter altero ſui extremo menſæ affixus, ac circa axem mobilis eo ſcindit fortius, quo res ſcindenda applicatur propius ad punctum affixionis. Cur ita? habetur nempe vectis ſecundi generis, in quo clavus affixionis eſt hypomochlion; reſiſtentia rei ſcindendæ ſe habet per modum ponderis, & manus applicata eſt potentia. III. Ex ſimili ratione januam aperies, & ciſtæ operculum attolles facilius, ſi applices manus ad partes remotiores a cardinibus; ſeras aperies promptius, dum annulo clavis bacillum per modum vectis inſeris; baculum franges citius, ſi utroque extremo manibus apprehendas, & circa ejusdem medium genu applices, quam ſi prope genu manibus eundem capias &c. Hæc, aliaque innumera exponentur ex principiis mechanicis: modo advertatur, quale vectis genus interveniat, & quæ ſit *ponderis*, ac *potentiæ* diſpoſitio.

Huc referri poteſt machina, quæ nomen *rotæ dentatæ* habet, id quod obſervabis facile, ſi perpendas duos dentes in rota d (*fig. XII. Tab. V.*) vel alia cum ſemidiametris g H inſtar duorum vectium, atque adeo in rotis reliquis totidem vectes continuatos, ex quo augmentum potentiæ facile colligi poteſt: ſuppone pondus f eſſe libræ unius, & ſemidiametrum rotarum 10es majorem, quam ſemidiameturm umbonum A b c, fiet, ut pondus unius libræ applicatum primæ rotæ æquilibret 10 libris umboni ejusdem rotæ applicatis. Deinde 10 librarum vis per umbonem primæ rotæ adhibita dentibus peripheriæ ſecundæ rotæ ſuſtinebit in hujus umbone libras 100, hæc vis applicata rotæ C æqualis erit 1000 libris, ut tandem in umbone d 10000 libræ in æquilibrio ab unica libra f conſtituan-

ſtituantur, quæ ſi hanc nonnihil exceſſerit, pondus E elevabit, unde vides, quid multiplicatis illis rotis fieri poſſit.

Quod trochleas attinet, ingens inde utilitas accedit horologiis noſtris ob mutabilitatem elaterii: certum quippe eſt, elaterium quo magis ſe evolvit, eo agere debilius, unde cum rota, quæ illi motum communicat, eandem ſemper reſiſtentiam opponit, neceſſe foret horologium eo moveri tardius, quo magis elaterium explicatur. Itaque elaborata eſt trochlea inſtructa cavitate ſpirali in ſe non redeunte, ut vides (*fig. XIII.*) cui cylindri loco implicata eſt catenula, ut diameter implexionis ſemper accreſcat, ſicut tenſio elaterii minuitur. Infinitus forem, ſi omnes ad principia mechanica elaboratas machinas recenſere, ac enucleatius explicare vellem; generalia duntaxat artificia nobis inſinuaſſe ſufficiat.

ARTICULUS III.

Exponuntur præcipua Hydroſtatices fundamenta.

143. SIcut ſtatica, & mechanica agit de æquilibrio, ac motu corporum ſolidorum, ita hydroſtatica de æquilibrio fluidorum; fonteſque illos oſtendit, ex quibus plurima Phyſicorum inventa non utilia minus, quam ingenioſa manarunt: unde ſine hac notitia præcipuorum phænomenorum cauſas ignorabit Phyſicus. Igitur neceſſe rurſus erit generales afferre leges, juxta quas fluida agunt, premuntque viribus mechanicis, & ex quibus plurimorum phænomenorum ratio promptiſſime derivatur. Sit igitur.

Propoſitio I. Quotcunque tubi in fundo communicant, æquali ſeſe mutuo momento prement. Sic I. ſint tres tubi æqualis amplitudinis A g, C I, F H in fundo g I H communicantes (*fig. I. Tab. VI.*) nul-

la eſt ratio, cur alter tubus magis agat in alterum, quam in tertium. Dein ſit tubus K H (*fig. II.*) ceteris major; ſi K H ageret in ſolum H g, reciproca celeritate majore ſiſteretur in æquilibrio, quia ſi motus fieret, tanto celerius fluidum in anguſtiore moveretur, quantum ſuperatur à maſſa amplioris: igitur cum etiam agat in f H, celeritatis in ſolo A g requiſitus exceſſus in utrumque diſpertiendus erit, unde rurſus erit æquilibrium. Nempe idem fit, quod in vecte aliquo tricruri A b c (*fig. III.*) ubi ſi in hypomochlio c quieſcenti æqualia (ſuppoſita æquali longitudine, & angulis quoque æqualibus) pondera appendantur, nulla eſt ratio, cur non ſingula pondera gravitent in ſingula. Quod ſi unum ceteris foret gravius, diſtantia quoque ab hypomochlio, & hinc celeritas minuenda foret, ut adeo etiam æqualitas momentorum in hydroſtaticis pendeat ex maſſa in celeritatem ducta.

144. *Propoſitio II.* Fluidum juxta omnes ſuas partes quaquaverſum æqualiter premitur, & in omnem partem premit æqualiter. Sit (*fig. IV*) pars fluidi ſphærica f I g R, ipſumque Fluidum concipiatur diviſum in cylindros æquales A f, b g &c. agent hi omnes in ſe mutuo vi æquali, ita ut cylinder A f agat in c g, hic in b I, anterior in poſteriorem, medius in vicinos omnes, & quidem premendo communem partem f I g R, hique omnes ſuſtentantur æquali vi ab inferioribus tanquam fundo ſuo: igitur cum cylindri omnes ſint æqualis momenti, pars ſphærica in omnes partes æqualiter premitur. Sint rurſus (*fig. V.*) tubi vitrei A b C d diverſa ratione inflexi (quorum ſuperius foramen digito obturatum ſit, inferius apertum) & aquæ immergantur, ſublato digito patebit aquam per inferius orificium in ſingulis aſcendere. Jam vero evidens eſt, aſcendere non poſſe aquam A b per foramen b, niſi ſurſum, in tubo b d per foramen d niſi deorſum, in tubis vero C, d per foramina m, X niſi utrinque lateraliter prematur: igitur aqua inferior premitur omnem partem verſus.

Hinc

Hinc patet, ex æquali fluidi in omnem partem pressione nullum motum sequi, sequi tamen, si adhibeatur vis minima, præscindendo ab inertia, versus plagam aliquam, cum præcise tollendum sit æquilibrium, ut adeo si pressio præcise tollatur versus aliquam plagam, motus actu sequatur in partem oppositam & quacunque directione aquæ in fundo vasis detur exitus, ea æquali vi prosiliat.

145. *Propositio III.* Fluida, non obstante mutua pressione, gravitate sua partium singularum deorsum premunt. Ratio est, quia ex dictis quævis pars premit alteram momento suo æquali, idque citra motum ex pressione secuturum. Jam vero nequit esse æquilibrium sine fulcro: igitur inferiores fluidi partes sint velut superiorum fulcra est necesse: atqui fulcrum premitur à tota gravitate partium sese æquilibrantium: ergo & partes inferiores a superioribus, & fundus ab inferioribus.

Ex quo perspicuum est, fundum alicujus vasis uniformis horizonti ad perpendiculum insistentis premi à contento fluido tota vi gravitatis suæ. Nam repleatur vas A b c d (*fig. VI. Tab. VI.*) fluido aliquo, ejus fundus b c premetur tota vi gravitatis fluidi: omnes enim partes fluidi deorsum tendent, urgebuntque fundum secundum directionem perpendicularem, ac propterea tota vi gravitatis suæ. At vero quælibet pars fundi hujus vasis non premitur, nisi ab ea fluidi columna, quæ illi immediate incumbit: sic (*cit. fig.*) pars M n non premitur, nisi ab incumbente columna A m n b: sicut enim pars M n fundi non impedit immediate nisi descensum columnæ A m n b, quæ illi incumbit, ita totius fluidi in vase contenti sola illa columna nitetur versus partem M n, ut deorsum tendat. Certe experientia constat, ubi digitum perforato alicui in fundo vasi admoveas, eundem non premi toto liquoris in vase contenti pondere, sed ab ea solum columna, quæ ad foramen est perpendicularis. Ostenditur id à Cl. Noleto. (*fig. VII.*) distribuatur tota massa in priori vase cylindrico contenta in

plures columnas 1, 2, 3, 4, 5 ex æqualibus partibus constantes. Quod si jam supponatur vasis fundum aperiri in A, pars inferior columnæ 3 non amplius sustentata decidet cum particulis aliis huic innixis, ita ut isthæc columna inter alias b c abeat, vel vero à descensu impedita premat.

146. *Propositio IV.* Pressio fluidorum in fundos vasorum æstimanda est ex massa dicta in celeritatem. Ratio est, quia momentum corporum est factum ex massa in celeritatem: cum ergo massa ex dictis vi gravitatis deorsum premat, æstimari debet juxta celeritatem, quam habeat partes singulæ. Hinc I. cum in vasis cylindricis (*fig. VIII. Tab. VI.*) expressis celeritas omnium partium sit æqualis, pressio in fundum est factum ex fundo in altitudinem. *II.* cum in vasis formam coni truncati habentibus (*fig. IX.*) in quibus basis inferior est minor, centra partium tantum oblique agere in fundum possint, pressio in illum erit mixta ex pressione directa partium fundo, & obliqua partium lateribus incumbentium. *III* cum in ejusmodi vasis celeritas superiorum minuatur proportionaliter ad amplitudinem, & pressio obliqua itidem est ut altitudo vasis perpendicularis, rursus æstimatio fieri debet ex tota massa, quatenus fundo incumbit, in celeritatem decrescentem pro ratione altitudinis, unde si modo bases æquales sunt, & altitudo; æqualis erit æstimatio, quia tantum est celeritatis decrementum superius, quantum est massæ incrementum. *IV.* in vasis superne angustioribus (*fig. X*) celeritas superius major est, quo vas est angustius, hinc defectus massæ compensatur celeritate, ut adeo æqualis sit pressio, si fundus, & altitudo est æqualis.

147. *Propositio V.* Liquores homogenei in tubis communicantibus quibuscunque tunc perveniunt ad æquilibrium, cum eandem altitudinem in illis obtinuerint. Sint e. g. (*fig. XI.*) tubi communicantes æqualis diametri, dico homogeneum liquorem A E d in illis æquilibrari, cum in utroque tubo eandem altitudinem habuerit. Ratio est, quia in illa communi se-

ctione b E volumina A E b, d E b contenti liquoris ſeſe premunt æqualiter, ſi eadem in utroque tubo fuerit illorum altitudo d C, cum verticalis ſectio b e ſit velut fundus, ſeu baſis vaſorum A b, b d, quibus liquor continetur.

Ut hoc clarius appareat in tubis communicantibus diverſæ diametri, ſit vas majus l m (*fig. XII.*) communicans per epiſtomium K I cum tubo I n ita inſerto, ut tolli poſſit, eique inſeri alius inclinatus O, vel pluries ſinuatus P. Dico fore, ut ſi vas majus aqua colorata usque in I m impleatur, liquor in tubo N l usque in N pertinget, idemque fiet in aliis tubis. Eadem ratio petitur inde, quia vires preſſionis deſumuntur à maſſa ducta in celeritatem. Jam vero major eſt celeritas in tubis P, O, quam in vaſe I m: nam dum aqua in majore vaſe pertingit usque in t, in aliis jam pertingit usque in V V, quæ ſpatia longiora ſunt, unde per celeritatem majorem compenſatur maſſa major vaſis L m.

148. *Propoſitio VI.* In tubis communicantibus quibuſcunque liquores heterogenei æquilibrantur, cum illorum altitudines in ipſis tubis fuerint reciproce, ut ſpecificæ ipſorum liquorum gravitates. Sint (*fig. XIII. Tab. VI.*) duo tubi communicantes A b, b c, repleantur heterogeneis liquoribus A d b, b d E ad inæquales altitudines, ita ut altitudo A E liquoris tubo A d b contenti ſit ad altitudinem B f liquoris in tubo C d b contenti, ut eſt reciproce gravitas ſpecifica unius liquoris ad gravitatem ſpecificam alterius. Dico fore, ut liquores maneant in æquilibrio. Ratio eſt, quia cum verticalis infima tuborum ſectio d n ſe habeat velut communis tuborum fundus, in æquilibrio manebunt liquores A d b, b d B illis tubis contenti, ſi preſſiones fuerint æquales: ſunt autem æquales, ſi altitudines fuerint reciproce, ut ſpecificæ prem[illegible] liquorum gravitates: ergo &c.

Ex generalibus his hydroſtaticis principiis ingentem experimentorum copiam explicari poſſe Collectio experiment. præſertim Viennenſia uberrime oſtendebant.

bant. Pauca rursus pro angustiis opusculi nostri adjiciam. *I.* ex liquorum æquilibrio intelligitur, quinam liquores sint diversæ gravitatis specificæ. II. cur mercurius suspensus maneat in barometro. III. unde fontes sint salientes. IV. quæ sit ratio experimenti Steviniani à Cl. Sturmio *Phys. Eclect.* T. II. C. 2. *relati*, & *fig. XIV.* repræsentati. Imponantur bilanci duo vitra, in alterum immittatur ope alicujus ferri recurvi, & alicubi defixi lignum ita tornatum, ut nec vitri fundum, nec latera attingat; dein procurato intra vitra ope ponderum æquilibrio infundatur aqua in vitrum, cui lignum est insertum. Turbabitur æquilibrium, nec restituetur, si tantundem aquæ alteri vitro infundatur, sed plus requiritur. Ratio hujus non alia esse potest, quam quia aqua ab inserto ligno ad altitudinem longe majorem attollitur, quam sit in altero vitro.

Denique præcipuum ex hydrostatica experimentum est in siphone Anatomico à Volfio applicato, & (*fig. XV. Tab. VI.*) repræsentato. Vas A d c b ex lamina ferrea crassiore bractea stannea obducta duas digitos, 9 lineas altum, diametri 9 digitorum prope fundum habet annexum tubulum f E epistomio instructum. Hoc cum aqua impletur, atque in A & b vesica obducitur, per conjunctum tubum E f additur aqua alia, quæ pro ratione altitudinis præmens 130 etiam libras elevare deprehenditur. Ratio sumitur ex dato principio, nempe pressionem liquorum æqualem esse basi inferiori in altitudinem vasis ductæ. Inde enim sequitur, exiguam aquæ copiam efficere posse pressionem ingentem, si angustus tubus, & altus vasi humili quidem, sed amplo communicet, cumque pressio fluidorum fiat omnem in partem, fiet etiam pressio in fundum superiorem hujusmodi vasis cum angusto tubo communicantis.

ARTI-

ARTICULUS IV.

De immersione corporum solidorum in fluida, & hydrostatica illorum ponderatione.

149. Teste Barovio duo exstant libri Archimedis de solidis in liquore mersis, hoc tamen in argumento accuratius versati sunt Galilæus, Mersennus, Boyleus, Mariottus, Nevtonus, Gravesandus, aliique bene multi, ut nihil prorsus amplius desiderari possit. Nos ea ex præmissis principiis adferemus, quæ sine piaculo ab ingenuo Philosopho ignorari nequeunt.

Propositio I. Solidum grave in fluidum libere demissum, sibique in eo relictum eo usque immergitur, donec volumen fluidi, quod e loco suo excludit, sit illi quo ad pondus æquale, Probatur. Corpus solidum fluido nequit immergi, nisi quantum sui voluminis intra illud recipitur, tantum ipsius fluidi expellat, sursumque urgeat: ergo eo usque tantum immergitur, donec expulsi voluminis resistentia vim corporis solidi plane æquet; tunc enim erit æquilibrium, adeoque quies. Resistentia autem voluminis expulsi æquabit vim solidi corporis, cum utriusque idem omnino pondus fuerit, cum per gravitatem & solidum nitatur immergi fluido, & hujus volumen expellendum immersioni resistat: ergo &c.

150. *Propositio II.* Solidum fluido immersum tantum sui ponderis velut amittit, quanti ponderis est illud fluidi volumen, quod in ipsa immersione e loco suo excludit. Probatur. Volumen fluidi e loco suo expulsum vim continuo exercet contra solidum, ut illud sursum trudat: nititur enim vi gravitatis locum amissum recuperare: constat autem interim solidum niti deorsum: igitur cum vires opposita æquales sese perimant, necesse est tanto sui p

solid

ſolidum ipſum velut privari, quanta eſt vis, qua expulſum fluidi volumen contra illud continuo agit; illa autem vis eſt tanta, quantum eſt pondus ipſius voluminis: ergo &c.

Scholion. Pondus, quo ſolidum fluido immerſum velut privatum ſe nobis prodit, re ipſa non deſtruitur, ſed ab ipſo ſolido ſuſtinetur: tantum quippe premitur fluidum à ſolido immerſo, quantum ab expulſo ſui volumine illud ipſum ante immerſionem premebatur.

151. *Propoſitio III.* Corpus ſpecifice gravius in fluido deſcendit ſolo exceſſu gravitatis ſupra fluidum æqualis voluminis; adeoque amittit pondus æquale fluido ejusdem voluminis. Corpus liquido ſpecifice levius non totum mergitur. Corpus vero ejusdem gravitatis ſpecificæ cum liquido, quocumque ei loco immergatur, quieſcit. Probatur pars I. Sit ſolidum A in fluidum E g H f (*fig. XVI. Tab. VI.*) libere demiſſum, & ſpecifice gravius. Dico I. illud totum immergi, cum fluidum ſumptum ſub æquali volumine minus pondus contineat. Dico II. Corpus A etiam in fluido ſua quaſi ſponte deſcendere ſolo exceſſu gravitatis ſuæ: cum enim pondus fluido æquale in æquilibrio ſuſpendatur, ſolus exceſſus motum efficiet.

Eodem modo oſtenditur, ſolidum corpus in fluidum ſpecifice gravius immerſum una duntaxat ſui parte eidem immergi: ſit *eadem fig.* fluidum E g H f ſpecifice gravius corpore P. Dico illud non totum mergi. Probatur. Cum fluidum ſit ſpecifice gravius, illius volumen unam duntaxat corporis P partem æquabit: atqui corpus ex dictis eo usque tantum fluido immergitur, donec fluidi volumen è loco ſuo expulſum ſit tanti ponderis, quanti ſolidum ipſum eſt: ergo &c. Denique corpus in fluidum ejusdem gravitatis ſpecificæ demiſſum totum mergitur, ut exhibet *cit. fig* in corpore I: cum enim eo usque immergatur, donec volumen fluidi expulſum ſit quo ad pondus æquale, corpus immergetur totum, ſi æquale fluidi volumen illud pondere æquet: atqui æquale fluidi volu-

volumen b æquat corpus B quo ad pondus per hypothesin: ergo &c.

152. Vastissima tractatione opus foret ad explicanda phænomena, quæ revocari possunt ad immersionem corporum gravium in fluida. Nonnulla igitur duntaxat attingam. *I.* Vasculum intus cavum ex plumbo, aut auro, aut materia alia aqua specifice graviore confectum, & aquæ immersum non petit fundum, sed innatat. Ratio est, quia licet conflatum sit ex materia specifice graviore, volumen tamen illius minoris est ponderis, quam volumen aquæ ex loco suo dimovendum. *II.* Moles glacialis una duntaxat sui parte aquæ mergitur, eique innatat; quia cum moles illa plurimum aeris in suis interstitiis contineat, levius specifice corpus est. *III.* Globulus cereus in aquam frigidam demissus illi innatat: dum aqua incipit calefieri, fundum paulatim petit, at calore aucto ascendit. Nam globulus ille aqua frigida est specifice levior, unde innatat, descendit vero, dum aqua calorem concipiens, & rarefacta fit in specie levior globulo cereo: aucto vero calore cum non aqua solum, sed & ipse globulus plurimum dilatetur, aqua rursus illo fit levior. *IV.* Viva hominum corpora merguntur in aqua, at vero mortua etsi statim fundum petant, post aliquot tamen dies ascendunt, & aquæ innatant: cadavera enim sub aquis jacentia cum intumescant, ipsa aqua specifice fiunt leviora. *V.* Masculi vitrei in vase inclusi, ejusdemque cum aqua gravitatis accedente levi enchiresi modo ascendunt, modo descendunt, modo in medio subsistunt. Masculi enim illi aere pleni sunt, qui cum comprimi possit per aquam, fieri potest corpus modo levius, modo specifice gravius. *VI.* Hinc etiam apparet, cur si duo corpora diversæ gravitatis specificæ in aere in æquilibrio constituta in aquam immittantur, amittant æquilibrium. *VII.* Inde denique tanquam genuino fonte effectus barometri, phænomena aerostatica, aliaque naturæ admiranda explicari possunt.

Porro

Porro ex hydroſtaticis principiis quam utiliter detegi poſſit gravitas corporum ſpecifica, Archimedes ipſe ſit teſtis, qui detecta aurificis fraude ingentem ſibi laudem comparavit: inquirens enim utrum corona conflata certæ auri moli reſponderet, totidem auri libras in vas aqua plenum immerſit, quot aurifici fuerant traditæ, & accurate dimenſus eſt aquam ex vaſe egredientem, tum repleto rurſus vaſe dimenſus eſt aquam inde exeuntem, ubi in illo corona mergebatur, atque cum majorem aquæ molem a corona, quam auro puro egredi obſervaſſet, demonſtravit coronam non ex auro puro eſſe conflatam, adeoque artificis fraudem detexit. Plura de hoc argumento dabunt Graveſandus *Element. Hydroſtatices*, Volfius, Noletus, aliique.

ARTICULUS V.

Utrum ex principiis hydroſtaticis explicari poſſunt Phænomena tubulorum Capillarium?

153. Inter reliqua phænomena, quæ vires extraordinarias a viribus mechanicis, & ordinariis diverſa admodum lege agentes oſtendunt, *tubuli* ſunt *capillares* ex vitro, aliave materia conflati, ita dicti, quia aliquando vix capillum humanum, aut ſetam equinam capiunt. Horum tubulorum ſi accipiantur fruſta cujuſcunque longitudininis, eaque alterutro orificio aquæ immergantur, fluidum illud ſtatim in altum abripietur ſupra horizontem, vel libellam fluidi reliqui in vaſculo ſtagnantis, ubi è contrario mercurius ejuſmodi tubulo admotus depreſſior eſt intra, quam extra tubulum, neque adeo libellam attingit. De phænomenis aliis plurima erant trandita à viris celeberr. inter quos numerari merentur præprimis Bulfingerus *in diſſert. Experimentali de tub. Cap.* Commenta.

mentar. Ac ſcient. Petropol. inſerta, & Petrus van Muſſchenbroek *in diſſertationibus experim. & geometricis*. Nobis igitur reliquum eſt præcipuas, easque ſelectiores obſervationes accurate adferre, ut quid inde genuino veritatis ſcrutatori ſit ſtatuendum, apertum fiat.

Obſervatio I. Teſtatur Muſſchenbroekius (diſſ. de tub. capill. C. 1. Experim. 1.) in tubo vitreo perfecte cylindrico (cujus longitudo $\frac{1}{2}$ pollices, diameter vero $\frac{1}{36}$ pollicis æquabat) infimo orificio vix infra aquam demerſo, aquam ipſam ad altitudinem 20 linearum ſupra libellam ſua velut ſponte aſcendiſſe. Is tubus ex vaſculo ſublatus, & in aere ad perpendiculum detentus eam, quam hauſerat, aquam retinuit. Etſi vero ejusmodi tubus profundius in aquam fuerit merſus, aqua tamen in illo ſuſpenſa non manſit, niſi ad altitudinem 20. linearum, ut adeo aqua in tubis capill. non elevetur altius, quo profundius aquæ immerguntur. Unde laud. Author infert, cauſam elevationis, & ſuſpenſionis aquæ in dictis tubulis non eſſe aquam, cui illi immerguntur.

154. *Obſervatio II.* Si tubus prius in aquam profunde immerſus ex illa extrahatur, atque ad perpendiculum in aere ſuſpenſus detineatur, aqua guttatim effluit, donec hæreat fere ad altitudinem 20. lin. Monet autem Muſſchenbroek L. C. eam in illo hærere paulo altius his verbis: „ Quia gutta inferiori appendens orificio fluidi deſcenſionem impedit aliquo-„ modo. Accurate tamen iterum altitudo 20 linea-„ rum habetur, ſi planæ ſuperficiei alicujus corporis „ imponatur alia aquæ gutta, eique apponatur gutta „ tubi: ambabus hiſce ſe permiſcentibus fluidum ex „ tubo ad ſolitam aſcendit altitudinem „.

III. Idem tubus aere vacuus oblique in aquam immiſſus eam in ſe recipit ad altitudinem eandem 20 lin. Sic obſervatum eſt immerſis in aquam A b (*fig. I. Tab. VII.*) duobus tubis E n, d x altero quidem ad perpendiculum altero oblique, aquam in tubo d x, etiam aere vacuo, ad eandem altitudinem A b 20

lin.

lin. nihilo minus ac in tubo E N ascendisse. Hinc deducit Musschenbroek, vim, qua aqua in illo tubo supra libellam elevatur, æquare vim gravitatis 20 *linearum* perpendicularium ipsius aquæ.

IV. Idem tubus aquæ ferventi immersus eam in se recepit ad altitudinem $19\frac{1}{2}$ *vel* 20 *linearum*, unde sequens Coroll. deducit Auth. cit. „ Ergo aqua fri„ gida ad eandem, & non minorem altitudinem in „ tubum ascendit, ac calida: quia autem partes aquæ „ ferventis multo vehementius moventur, quam fri„ gidæ, patet motum partium aquæ non esse causam „ ascensus in tubos, uti aliqui opinati sunt: nam se„ cundum hos aqua fervens, & valde mota multo altius „ ascendere cogeretur: sed nec ignis est causa ascen„ sus, quia tum data ejus majore copia altior ascen„ sus fieri deberet.

155. *Observatio V.* Refert Cl. Bulfingerus *differt. laud.* N. 4. *Phan.* 6. aquam minime ascendere in tubo, si supremum illius orificium digito tegatur, & ipse tubus in aquam immergatur: ascendere rursus, ut primum digitus removetur. Eodem teste si tubus brevior f m (*fig. cit.*) in aquam ita immergatur, ut pars eminens m x f minor sit parte N E alterius tubi æque ampli E N, ad quam aqua sponte ascendit, aqua ipsa non effluit ex orificio superiore f, sed immota hæret. Hinc videtur, aquam in tubo non ascendere supra libellam *externæ pressionis causa*: hæc enim cogeret ob æquilibrii legem, ut ex supremo orificio f brevioris tubi f m aqua efflueret.

Observatio VI. Tubus seu fuerit rectus, ut b A (*fig. II.*) seu inflexus ut c A, vel d A, orificio illius extremo A in aquam immisso, observavit Musschenb. aquam in illis omnibus ad eandem altitudinem ascendere, *V. differt. cit. C. V. Exper. I. & II.*

Observatio VII. Sumpto tubo A b c d E (*fig. III.*) cujus duo latera A b, d E erant recta, & horizonti paralla, altitudo vero C f minor ea, ad quam aqua in ipso eodem tubo recto sponte ascenderat, testatur Auth. cit. guttam aquæ extremitati E appositam raptam

ptam fuiſſe introrſum, aſcendiſſe ſupra d C, deſcendiſſe per c b & b A uſque ad alteram oram A, ibique quieviſſe. Id ipſum ſibi contigiſſe ait in tubo inflexo, qualem exhibet (*fig. IV.*)

VIII. Sumpto ab eodem Viro Cl. tubo inflexo A b c d E K (*fig. V.*) ea ratione elaborato, ut curvatura ſuperior d foret altior, quam extremitas A, & inferior curvatura c depreſſior, quam K, extremitas K immerſa fuit aquæ, quæ ultro aſcendit ad d, atque curvatura ſeparata deſcendit ad C, & hinc aſcendit tantum usque ab b, minime vero ad ſupremum usque orificium A, ſed vacua manſit diſtantia A b, quæ erat = $1\frac{1}{2}$ lineæ. Evacuato deinde, inverſoque tubo extremum ejus A immerſum eſt aquæ, quæ aſcendit, implevitque tubum d K excepta parte ultima ≐ $1\frac{1}{2}$ lineæ. Tubo demum iterum impleto, poſitoque, ut in figura, ex aqua illum exemit Muſſchenbroeck viſurus, an ea effflueret ex orificio K, num vero deſcenderet in crure A c. Sed deprehendit, manſiſſe aquam in tubo, nihilque illius effluxiſſe. Porro maxima longitudo c d erat unius pollicis cum dimidio, vel circa.

156. *IX.* Conſtruatur ſipho c f g A (*fig. VI. Tab. VII.*) crurum valde inæqualium, ſitque crus c f brevius maxima illa altitudine, ad quam in eodem tubo poteſt aqua ſponte aſcendere, crus vero g A ſit longius. Orificio igitur C brevioris cruris in aquam immiſſo obſervavit laud. Author, eam aſcendere in crus c f, tum ſuperata curvatura f g influere in crus longius g A, & ex illius orificio guttatim effluere. *V. diſſert. cit. C. V. Experiment. VI.*

X. Non tantum aqua, ſed & liquores alii (uno excepto mercurio) in tubis capill. aſcendunt ſupra libellam. Altitudo tamen, ad quam perveniunt, inæqualis eſt pro ſpecifico ipſorum liquorum diſcrimine. Obſervavit enim Vir Cl. in tubo, cujus longitudo erat 43 *lin.* diameter vero minor $\frac{1}{3}$ lineæ.

Aquam

Aquam aſcendiſſe ad altitudinem perpendicul. 26. linearum.
Alcohol vini purum ad 18, vel 19. lin.
Oleum tartari per deliquium ad 25, & 26. linearum.
Spiritum nitri Glauberi ad 20 lin.
Oleum æthereum terebinth. ad 18, vel 19. linearum.
Oleum vulgare raparum ad 21 lin.
Spiritum ſalis Amm. ad 32, vel 33 lin.

Neque ab his multum diſcrepant experimenta inſtituta a Cl. Carre in hiſt. *de L' Acad. Roy.* & ab ipſo Muſchenbroek recenſita *diſſertat. laud.* C. 3. ex quibus deducuntur ſequentia:

I. Fluida eo altius ſupra libellam non aſcendere, quo ſpecifice ſunt leviora: conſtat enim *alcohol* omnium leviſſimum minus aſcendere, qum cetera quæque, & *oleum vtirioli* admodum grave ad majorem ipſa aqua altitudinem aſcendere, omnium vero altiſſime elevari *ſpiritum ſalis Amm.* licet non ſit omnium leviſſimus. *II.* Aſcenſionem horum fluidorum non oriri à fluido externo magis ſupra ſuperficiem liquoris vaſe contenti, quam in eum, qui tuborum orificio reſpondet, gravitante. Alioquin fluida leviora altius, quam graviora aſcenderent. *III.* Neque hunc effectum tribui poſſe viſcoſitati fluidorum, qua internis tuborum parietibus adhærent. Sequeretur enim, *oleum raparum* maxime adhærens, debere aſcendere ad altitudinem maximam, *oleum terebinth.* ad minorem, licet ad majorem, quam aqua: *ſpiritum ſalis Amm.* & *Alcohol* ad minimam, quia teſte Muſſch. in his non facile tenacitas obſervatur, quæ tamen omnia aliter fiunt.

157. *Obſervatio XI.* Ex *eodem Auth. diſſ cit. C. VII.* ſi in recipiente Boyleano omni aere vacuo tubus capill. aquæ itidem ab omni aere depuratæ immergatur, aſcendit illa perinde, ac in aere libero. Monet autem idem Vir Cl. manere aquam ad eandem

dem altitudinem, etiam dum aer in recipiens admittitur, si tuborum longitudines fuerint 4 *vel* 5 *pollicum*, sin longiores fuerint e. g. 3 *pedum*, aquā ascendere ad majorem altitudinem, quamdiu aer in recipiens admittitur, hoc repleto post aliquod tempus redire ad priorem altitudinem. Id inde fieri existimat, quia longe citius aer, ubi in recipiens admittitur, pressionem suam supra aquam vasculi exercet, quam supremum, idque angustissimum tubi orificium ingrediatur. Ex quo sponte sua fluit, *aerem* non esse caussam ascensus aquæ in tubis capill. sed neque *ætherem* aere subtiliorem in subsidium vocari posse ostendit Auth. cit. *diss. C. VII.* his verbis: ,, Cum tubi recipienti inclusi ad eandem altitudinem liquores elevent, oportebit, ut id fluidum liberrime transeat per poros vitri recipientis; atque ita quoque plus agat in superficiem liquoris in vasculo, quam in tubo. Verum quid impediet, quo minus illud fluidum subtilissimum ingrediatur liberrime superiorem tubi cavitatem, atque ita premendo tantundem agat supra superficiem liquoris cavo tubi respondentis, quam supra superficiem liquoris in vasculo? Non potest angustia tubi hic criminari: quippe fluidum per poros recipientis transiens poterit multo liberius transire per cavitatem tubi milles & forsitan 1000000es amplioris, ut adeo pressionem suam exercere possit eandem supra superficiem liquoris in vasculo &c.

158. *Observatio XII.* Teste Bulfing. si interni parietes tubulorum sebo liquefacto liniantur, aqua supra libellam non ascendit. Si unum duntaxat internæ superficiei latus sebo ungatur, non elevatur aqua nisi in illo latere, ubi nihil est sebi, ut adeo adhæsio aquæ ad latera videatur esse conditio necessaria ad ascensum aquæ supra libellam.

Observatio XIII. Quo subtilior est tubuli cavitas, eo ascendit altius aqua, ut si (*fig. VII.*) cavitas tubuli b e fuerit subtilior cavitate tubuli A, utroque tubo æqualiter in aquam immerso, altius in tubum b.

quam

quam A aqua aſcendet. Id quoque fit in vacuo ea conſtanti lege, ut altitudines aquæ in tubis inæqualium diamet. ſint in ratione diametrorum inverſa. Sic ſi *fig.* xt. diameter tubuli b eſt ad diametrum tubuli C, ut eſt 3 ad 1, altitudo A b aquæ ſupra libellam E f in tubulo C erit ad altitudinem M n in tubulo b ut 3 ad 1.

Hæc ſunt præcipua phænomena tubulorum capill. eleganter & fuſe à cit. Muſſchenbroekio in diſſert. laud. deſcripta, ex quibus liquido conſtare exiſtimo, eorundem cauſam involutam adeo eſſe obſcuritate naturæ, ut inter ſecretiſſima rerum naturalium myſteria merito haberi poſſit. Qui mechaniſmum ſectantur, mire ſe torquent in adferendis horum phænomenorum cauſis, ut adeo teſte Bulfingero alii ad fluidum premens externum cum Honorato Fabri, & Bernoullio, alii ad adhæſionem aquæ ad latera vitri cum Borello & Sturmio, alii ad cauſas alias mechanice agentes tanquam ſacram anchoram confugiant. Nobis ſatis erit præcipuas hypotheſes mechanicas refutaſſe, ut inde de mutuis attractionum viribus certiores reddamur.

159. Commune imprimis plerisque mechaniſmi patronis eſt, aquam ideo altius, quam ferat lex æquilibrii, in tubis capill. aſcendere, quod fortius, quæ extra, quam quæ tubos ipſos ſubit, a fluido externo prematur. Verum qua ratione id fiat, non convenit inter omnes. Putat Fabri teſte Sturmio, aquam in tubulis attolli ab aere externo, non quatenus gravitat perpendiculariter deorſum, ſed quatenus compreſſus valde quaquaverſum urget. Cenſet exteriori acceſſum eſſe liberum ad urgendam aquam ſibi ſubjectum, ſed interiorem aquam non niſi attingi ab ea parte aeris, qua conus m A N (*fig.* VII.) compleatur, idcirco elevari aquam interiorem ab exteriore, quia hanc magis urget incumbens major aeris moles. At cum nimis rudis hæc ſit expoſitio: hac neglecta alii recurrunt cum Hookio ad inæqualem atmoſphæræ preſſionem

nem per angustias tubuli ob *incongruentiam* non ita facile penetrantis.

Supponit nempe Author cit. in quibusdam corporibus quandam *congruentiam* cum aliis, qua facile in- ter se cohærere possint, ut aqua cum vitro, in a- incongruentiam ut in aqua cum oleis, undecunq- tandem oriatur aut ab homogeneis seu heterogene- partium vibrationibus, seu alia ex causa, hinc cu- major sit aquæ cum vitro, quam aeris congruentia pressio aeris superiori tubuli orificio incumbentis pa- tim impendenda est ad hanc incongruentiam cum vitro superandam, ubi interea in orificio inferiore eadem aeris pressione in aquam stagnantem fa- intruditur aqua ob majorem cum vitro congruentiam

Alii Mechanistæ elevationem aquæ in dictis tu- lis oriri potissimum putant ex illius adhæsione a- tri latera edjuvante aeris, vel ætheris pressione hoc modo: partes aquæ, ajunt, intra fossulas, ac cavitates laterum vitri sese recipientes sustentantur quasi à partibus prominentibus, ita ut partes aquæ sese contingant; itaque cum aer per superius foramen valde exiguum liquori incumbens tantarum non sit virium, ut in tubis majoribus, nam aer superius premens utpote villosus impeditur quoque à fossulis superioribus, idcirco prævalet aer inferius premens, liquoremque sursum ultra libellam attollit. Cur autem idem fiat in vacuo Boyleano, rationem assignant sequentem: extracto aere ex recipiente latens intra fossulas vitri aer sese evolvit: hinc latera vitri: ac fossulæ purificantur magis ab aere, ejusque loco sese insinuat liquor, magisque sustentatur a fossulis, quod igitur extra vacuum præstat aer crassior, id in vacuo efficit aer subtilior. Denique alii cum Regnaldo *dialog. Phys. Tom.* 1 *dial.* 25. plures ad hunc effectum causas in subsidium vocant *I.* elasticitatem aeris in interstitiis aquæ sese expandere nitentis, ascensumque liquoris adjuvantis. *II.* mutuam partium aquæ inter se cohærentiam. *III.* majorem ejusdem adhæsionem ad latera vitri. *IV.* atmosphærulam quandam corporum vor-

ticoſe motam, quæ ſi alterius corporis atmoſphæram contingat, quaſi in unam coaleſcit, conjungitque corpora, quales in omnibus fere corporibus atmoſphæras ſupponit Mairanus. Ex quo vides totam controverſiam eo devolvi, utrum iſthæc phænomena ſalvari poſſint per preſſionem fluidi externam, concurrentibus aliis cauſis mechanicis cohærentiæ, congruentiæ, viſcoſitatis, &c. Antequam quidquam ſtatuatur.

160. Notandum inprimis, gratis & ſine omni fundamento adſtrui ab Hookio cit. *majorem aquæ, quam aeris, cum vitro congruentiam*, cum à ſolertiſſimo Boerhaaveo perſæpe à nobis laudato ſit obſervatum, non minus aerem, quam aquam, vitro adhærere. En (*fig. IX. Tab. VII.*) cylindrum vitreum optime politum A b aquæ immerſum, & cum vaſe c d in recipiente antliæ collocatum, hoc facto ſi aliquantum aeris ſuperficiei aquæ incumbentis extrahas, videbis circa totam cylindri ſuperficiem prius prodire innumeras bullulas, antequam in reliqua aqua appareant; id quod certe non fieret, ſi in aere major eſſet difficultas ob incongruentiam adhærendi vitro, quam in aqua: nam dum cylinder aquæ immittitur, aqua tota ſua gravitate premit in latera cylindri, agitque ad abſtergendum velut aerem à ſuperficie cylindri non ſecus, ac pannus preſſione ſua abſtergit acum madefactam per illum trajectam: ex quo manifeſtum fit aerem vitro facile cohærere. *Not. II.* non quidem à nobis negari, partes aquæ inter ſe cohærere, aut etiam partibus vitri adhærere, adeoque ex hac cauſa quidquam gravitatis amittere: at vero eam adhæſionem ob quendam partium ſeſe mutuo implicantium plexura fieri, hoc demum inficiamur, ut ex iis colligi poteſt, quæ de cohæſione corporum *I. diſſertat. Phyſ.* diximus. *Not. III.* hypotheſin Mairani de atmoſphæris corporum vorticoſe motis nullo fundamento niti, partim ex illis, quæ n. 131. diximus, intelligi poteſt, partim inde deducitur, quia ſi motus ille vorticoſus per rationes mechanicas explicaretur, quævis atmophæra ſic mota

facil-

facillime dispergeretur, aut per attritum fluidi circumfusi ad quietem redigeretur. His præmissis sit.

161. *Propositio unica.* Phænomena tubulorum capillarium per leges mechanicas, aut hydrostaticas hactenus notas explicari non possunt.

Prob. Si phænomena tubulorum capill. neque per pressionem fluidi cujusque orificiis tubulorum imminentis, neque per sustentationem seu adhæsionem aquæ intra fossulas vitri, neque per majorem, minoremve congruentiam corporum, neque per expansionem aeris in interstitiis aquæ latentis explicari possunt, dicendum erit rationes, legesque mechanicas minime sufficere his phænomenis explicandis: hæc autem phænomena nullo modo per rationes prædictas explicari possunt, id quod fusius ostendemus per partes.

I. Horum effectuum causa non potest esse *pressio aeris atmosphærici*, qui minus in tubis, quam supra reliquam fluidorum superficiem premat: nam inprimis fluida ad eandem altitudinem in vacuo Boyleano, ac in aere aperto, attolluntur. Deinde altitudines fluidorum gravitatibus diversis specificis præditorum non sunt in ratione inversa gravitatum suarum, ut per pressionem aeris fieri deberet, sed pendent duntaxat à diversa vi attrahente ope experientiæ detegenda, cum ex dictis maxime elevetur spiritus salis Amm. minus aqua, oleum terebinth. Alcohol vini &c. mercurius autem non ascendat, sed depressior sit in tubo, quam reliquo vase. Denique discrimen altitudinis datur pro diversa indole vitri, ita ut quæ fluida ab una vitri specie maxime trahuntur, multo minus trahantur ab altera. *Neque* ex supra dictis in subsidium advocari potest *æther subtilissimus*, qui per poros vitri liberrime transiens pari vi premet supra fluidum cavitati respondens, quam quod est in reliquo vase.

II. In subsidium adferri non potest cum Vossio, Borello, Carreo, aliisque *adhæsio liquoris ad latera vitri*: nam si hypothesis ista Cl. Virorum obtineret locum, oleum raparum, quod tenacius internis tuborum parieti-

rietibus adhæret, ad maximam foret elevandum altitudinem, tum oleum terebinth. ad minorem, quamvis ad majorem, quam aqua; ſpiritus ſalis Amm. & ſpiritus vini ad multo minorem, cum in his tenuis ſit partium cohæſio: his tamen experimenta allata adverſantur. Deinde falſitatem hujus hypotheſis produnt phænomena tubulorum capillarium inæqualis longitudinis. Nam cujuſcunque longitudinis hi tubi ponantur, eadem liquoris altitudo foret obſervanda, ſi ejus elevatio à prædicta adhæſione penderet, cum tamen longiores tubi ad majorem altitudinem præ brevioribus liquorem rapiant.

III. Neque confugere licebit ad *Hookianam aeris cum vitro incongruentiam*: nam inprimis præterquam quod ejusmodi cum experimentis pugnet, ut N. priore oſtendi, eadem etiam data nihil conduceret ad aſcenſum liquoris in tubulos. En rationem! aer intra tubulum capill. contentus ejusdem eſſe debet denſitatis, ac eſt externus, alioquin ſi foret notabiliter rarior, eaque proportione, qua aqua aſcendit, tantundem etiam a premente per inferius orificium aqua comprimeretur, quando ſuperius orificium vel cera, vel digito clauditur, cum tamen hoc facto experientia teſte nihil fere aquæ aſcendat. Jam vero ſi aer æque denſus eſt intra tubulum, tunc eadem incongruentia, quæ liberum aeris in tubulum ingreſſum impedit, impediet etiam, ne libere egrediatur, ut adeo ſi preſſio atmoſphæræ impeditur per orificium ſuperius, impediatur etiam tantundem aſcenſus aquæ non niſi egreſſo aere aſcenſuræ. Ex quo vides admiſſa etiam illa incongruentia ſervandas eſſe leges hydroſtaticas de æquilibrio fluidorum. Deinde in vacuo Boyleano eadem phænomena contingunt, ac in aere aperto, quod certo non fieret, etſi ſupponatur, nullum aerem intra tubulum eſſe. Nam ut aqua elevetur in tubulo linearis diametri e. g. ad 3. duntaxat lineas, in recipiente reliquo aer non deberet aere atmoſphærico eſſe rarior niſi 1536es. ut facili calculo oſtendi poteſt: atqui aerem in antlia per ſuctiones re-

petitas

petitas longe esse rariorem & Viri in instituendis experimentis solertissimi testantur, & nos in Physica speciali de rarefactione aeris ex professo ostendemus.

IV. Elevatio liquorum non fit per *expansionem aeris in interstitiis liquorum latentis.* Nam pars liquoris in tubulo contenti superius & inferius premitur ab aere atmosphærico, ut adeo ex statu compressionis sese expandere nequeat. Concipe quamcunque moleculam aeris in quavis aeris atmosphærici columna existentem, cujus gravitas videatur prorsus contemnenda ea certe non se expandet, quia ob incumbentem omni ex parte aerem ubique æqualiter premitur. Inde argue ad aquam intra tubulum contentam, cujus gravitas, per nos licet, sit imminuta, quæ quia æqualiter undique premitur, tantum abest, ut ab aere immixto expandi possit. *Ex quibus* omnibus colligi potest, minime etiam satisfacere hypothesin Fabricam a Cl. Sturmio relatam de aere instar coni premente: nam inprimis obstant phænomena in vacuo observata. Deinde sequeretur, aquam ultra libellam ascendere in quovis tubo plures pollices lato, modo vas, cui immergitur, sit latum pedes plures. Denique tubulis & majoribus, & minoribus incumbit suo apice æqualis conus, ut adeo non foret ratio, cur major sit in tubulis minoribus liquoris ascensus.

162. Ad hæc phænomena extricanda Nevtoniani censent vim attractionis esse adhibendam: cum enim, inquiunt, tubus capillaris aquæ demersus vi attrahente sit præditus, aquam sursum rapit ad eam altitudinem, in qua vis tubi attrahens cum pondere aquæ æquilibratur, & quoniam attractio ex universo tubo exit, facile intelligitur, cur tubi longiores altius rapiant aquam, quam breviores ejusdem diametri tubi. Insuper cum vis attrahens fortius in quosdam liquores agat, debilius in alios, variarum suspensionum ratio in variis liquoribus intelligitur. Denique quia vis ista omnino perturbatur a sebo, oleo, cera internos tuborum parietes incrustantibus, mirum esse non debet, si in ejusmodi tubis liquores non ascendant.

Universim si ea lex statuatur inter aquam, & vitrum, ut attractio fiat in ratione simplici reciproca distantiæ, pleraque phænomena tubulorum explicari, deducique posse existimant, statuentes pro fundamento omnium phænomenorum æqualem superficiem vitri, æqualis quantitatis aquæ æquilibrium tollere, ut adeo si tubuli sint diversis diametris, altitudo aquæ ascendentis sit reciproca diametris: quod si attractio mutua partium liquidi major sit eadem proportione attractione liquidi, & vitri, uti contingit, si tubuli mercurio immergantur, è contrario depressio liquorum infra libellam contraria phænomena habeat: nempe ut ex allatis phænomenis constat, altitudinem aquæ in tubulis eo esse majorem, quo longiores sunt canales, ut adeo vis attrahens pendeat à toto canali. Tubuli æque longi ex eodem vitro, sed diversæ amplitudinis elevant idem fluidum ad diversas altitudines, quæ sunt in ratione inversa diametrorum. Est enim horum canalium æque longorum vis attrahens in ratione internæ superficiei: sunt superficies cylindricæ, & quia æque altæ in ratione peripheriarum in basibus, vel diametrorum. Si igitur ponantur vires attrahentes esse velut superficies, erunt quoque ut diametri: dicantur duorum canalium vires V, v, & diametri basium D, d, altitudines, ad quas fluidum ascendit, A, a, tum erunt altitudines in ratione inversa diametrorum: sunt enim vires attrahentes in æquilibrio cum fluido elevato, & quantitates fluidi in canalibus sunt uti quadrata diametrorum ducta in altitudines, cum cylindri rationem compositam habeant ex directa circulorum basium ratione, & directa item ratione altitudinum: sunt vero circuli ut eorundem diametrorum quadrata: igitur erunt iidem cylindri ut quadrata diametrorum basium per altitudines multiplicata, adeoque erit V : v = A dd : a dd. Sed est V : v = A : d, erit igitur D : d = A DD : a dd, & ductis in se terminis extremis, mediisque fit D a dd = d A DD, & divisione facta per d D restat A D = a d, igitur erit A a = d D. Sive altitudines,

ad quas fluida aſcendunt, ſunt in ratione inverſa diametrorum. Plura ad pleniorem ſpecialium phænomenorum explicationem non addo, partim cum irregularia ſint experimenta, ad quæ ſpeciales circumſtantiæ aliarum cauſarum concurrunt, ut adeo ob varietatem diverſarum circumſtantiarum leges attractionum ſint admodum complicatæ, partim quia ſatis nobis eſt oſtendiſſe, nullam rationem mechanicam explicandis his phænomenis eſſe parem, ut adeo generatim iterum ſtatui poſſit, ejusmodi cauſam in hoc negotio intervenire, quæ legibus mechanicæ notis non agat.

PARS III.

De gravitate corporum.

ARTICULUS I.

Adferuntur præcipuæ notiones, & opiniones de gravitate, ejusque origine.

163. GRave illud dicimus, quod ſibi relictum velut ſponte ſua deorſum ruit, aut ſi impediatur, ruere nititur; ut adeo nomine gravitatis eam vim intelligamus, qua corpus ad centrum terræ movetur, ſi nihil eſt, quod impediat. Præcipua phænomena gravium ſunt niſus, aut motus perpendicularis ad horizontem, niſus deſcendendi in obſtacula proportionalis maſſæ, acceleratio motus ad ſenſum uniformis, quæ quomodo contingant, paucis ſunt exponenda. Inprimis corpora omnia terreſtria deſcenſu ſuo lineam ad ſenſum rectam deſcribunt, ita ut ubique terrarum, phyſice loquendo, ad centrum telluris recta ferantur: dixi *lineam ad ſenſum rectam*, cum

in

in systemate Copernicæo curva re ipsa sit linea, quam gravia descensu suo describunt. Deinde si gravia ab actuali descensu præpediuntur, nisum tamen exercent in obstacula massæ proportionalem, ut adeo pondus corporis respondeat quantitati materiæ: sic duo corpora sunt directe inter se quo ad pondus, sicut se habent penes densitatem, seu quantitatem materiæ, unde grevitas respectiva nec respondet proportionaliter superficiei, nec figuræ corporum. Denique ut cum Celeb. Nevtono R. R. habent, gravitas corporum decrescit in ratione inversa quadratorum distantiæ a centro terræ, ut si gravitas corporis in distantia = I à telluris centro fuerit = 1, in distantia = 2 erit = $\frac{1}{4}$, in distantia = 3 erit = $\frac{1}{9}$, atque ita deinceps, ut adeo gravia in medio non nimis resistente descendentia accelerent motum suum, illaque incrementa sequantur quam proxime proportionem numerorum imparium ab unitate ascendentium 1, 3, 5, 7, 9, &c. id est, si corpus primo minuto secundo per spatium unius ulnæ decidit, in altero descendat per 3, in tertio per 5, & sic porro, atque adeo spatia diversis temporibus totalibus percursa sint ut quadrata numerorum naturalium, nempe percursum intra 1 est ut 1, intra 2 ut unum + 3, seu ut 4, intra 3 ut 1 + 3 + 5, id est ut 9, quæ spatia sunt quadrata numerorum 1, 2, 3. Eadem ratione inversa fit retardatio motus in corporibus sursum projectis.

164. Quamquam isthæc phænomena gravitatis luce meridiana sint clariora, eorum tamen origo, ac causa adeo est abstrusa, nulla ut fere sit occultior, neque alia in Physica difficilior occurrat quæstio, cum acutissimi, quam speciosas demum hypotheses attulerint, easdem tamen dilucide satis exponere, omnesque difficultates expedire vix potuerint, ut adeo denique ad confessionem ignorantiæ confugerint, hocque gladio nodem gordium dissecare maluerint, quam cum adstricta difficultatum serie diutius luctari, illius memores, quod Tullius L. 1. de div. C. 18. fatetur: *Non reperio causam, latet fortasse obscuritate involuta natura;*

turæ; non enim me Deus ista scire, sed his tantummodo uti voluit. Alii teste Du Hamel pro certo habentes gravia deorsum ferri à causa extrinseca, ac impellente, explicatu tamen difficillimum censuerunt modum, quo isthæc impulsio perficiatur, ut adeo negotium gravitatis vel per vortices, vel per materiam rectilinee prementem, aut oscillantem expedire sint conati. Operæ pretium erit speciosas variorum Authorum hypotheses prolixius exponere.

Cartesius, & qui ipsius hypothesin perfecerant Hugenius, Rohaltius, Perraultius, Bayleus, Volfius, aliique à materia cœlesti, seu fluida, quæ verticem circa orbem terraqueum conficiat, orginem gravitatis desumendam esse existimârunt. Nam supposito systemate Copernici censent O æthereum globo terraqueo circumfusum vorticose circumagi circa terram ab occasu in ortum, eoque motu necessario fieri, ut omnes materiæ fluidæ partes à centro vorticis, seu terræ tecedere conentur, contendantque in extremam vorcitis peripheriam: quia vero inde elabi non possunt, eo quod a vicinis vorticibus repellantur, idcirco continget, ut eædem fluidi ætherei partes mutata motus directione ad proprii vorticis centrum renitantur, corporaque terrestria intra peripheriam, & centrum reperta versus ipsum propellant, assiduaque pressione urgeant. Id ipsum illustrat Hugenius exemplo ceræ hispanicæ in pulveres comminutæ, & in pelvim aqua plenam injectæ: nam si baculo, aut digito aquam circumagas, aquæ, ceræque partes primum accedent ad latera pelvis motu à vi centrifuga accepto: sed quia partes aquæ mobiliores sunt cereis, illæ diutius, celeriusque movebuntur, & istæ tradius, remissiusque, atque adeo partes aquæ ex lateribus redeuntes occurrentia ceræ corpuscula versus centrum impellent, ita ut tandem omnes ceræ partes æqualiter undique compressæ circulariter in vasis medio consistant. Simili modo descensus gravium intelligitur à Cartesianis: materia nempe cœlestis in gyrum acta, & ad motum aptissima maximo conatu nititur recedere à centro

centro verſus peripheriam vorticis, quo niſu corpora terreſtria, ſeu minus mobilia ad centrum detrudet eo fere modo, quo aqua lignum, aut aliud corpus ſpecifice levius ſurſum extrudit.

Chriſtophorus Sturmius in Univerſitate Altofina Phyſices, & Mathematum Profeſſor cum videret in hac hypotheſi omnia gravitatis phænomena explicari non poſſe, inde quidem retinuit pleraque, quædam tamen explicandis phænomenis ampliora addidit, ut videre eſt *T. 1. Phyſ. elect. de communi elementorum gravitate.* Supponit I. elementarem hanc ſphæram, ſeu geocoſmum nondum factum, ſed omnes materiæ partes adhuc ſolutas ſine omni ordine, harmonia, & gravitate, quæ conſtituant confuſum quoddam chaos continens partes æthereas, igneas, aqueas, terreas, aereas, quas Deus univerſi Conditor primitus formavit, ſuisque quasque uſibus deſtinavit. II. Supponit confuſum hoc, inersque chaos ab eodem Omnipotente Creatore circa certum quoddam punctum, quod centrum terræ dicimus, fuiſſe in orbem actum inſtar aquoſi vorticis, quem Deus in hac gyratione ſemel cœpta conſervare decrevit, quamdiu totam hanc mundi compagem durare voluit. III. Hoc ſuppoſito neceſſe exiſtimat Auth. cit. ut corpora in gyrum acta niſum quendam obtinerent à centro verſus peripheriam exemplo lapidis in orbem acti, quo niſu omnia quidem conantur à centro recedere, ſeu id quod ſolidius eſt, actu ipſo recedit, cetera minus ſolida à fortiore ſuperantur, atque per legem circulationis in contraria vertuntur, deorſumque premuntur. IV. Ut difficultatem explicet Sturmius, cur corpora in circulis æquatori parallelis ad commune centrũ cadant, id quod ab aliis Carteſianis non ſatis fuit declaratum, ſupponit vorticem duplicem, unum materiæ cœleſtis toti globo terraqueo circumfuſum, & alterum materiæ magneticæ ab uno ad alterum polum à borea ad auſtrum, cujus exiſtentiam miranda magnetis phænomena evincere putat. Porro prior vortex corporibus imprimere dicitur impetum cum directione perpendiculari ad

axem

axem terræ, & alter cum directione parallela ad eundem axem, ex utraque directione oriri motum gravium perpendicularem ad superficiem terræ, seu lineam horizontalem. Eandem hypothesin amplexus est *Regnault dial. Phys. T. 1. dial. 25.*

165. Alii gravitatem corporum explicant per pressionem rectilineam materiæ æthereæ, quibus præivisse videntur nostri duo *de Lanis T. 1. l. 2. tract. 3.* & Castel in opere suo: *traité de Physique sur la pesanteur universelle des corps*, abeuntque in diversas hypotheses. Quibusdam placet pressio materiæ æthereæ non elasticæ a superficie systematis particularis terræ versus ejusdem centrum, aut pressio ejusdem materiæ à superficie systematis solaris versus centrum terræ in hypothesi Tychonica, aut versus centrum solis in hypothesi Copernicana, vel vero pressio materiæ elasticæ versus centrum utriusvis systematis seu terræ, seu solis, vel denique pressio materiæ seu elasticæ, seu non elasticæ rectilinea in omnem partem. Supponunt nempe substantiam æthereum circa orbem terraqueum circumfusam, atque à peripheria systematis mundani versum centrum rapidissime motam motu rectilineo, qui fieri dicitur instar radiorum solarium, eo tamen discrimine, quod radii solares à sole tanquam centro ad peripheriam, materia veroætherea seu radii illius gravifici à peripheria mundi versus centrum moveantur. Denique nonnulli ex Recentioribus phænomena gravitatis exponunt per motum vibratorium materiæ elasticæ versus centrum terræ propagatum. In hac hypothesi materia quædam maxime elastica terram cingit, & motum quendam vibratorium in superficie seu à Deo impressum, seu a quacunque alia causa concipit, qui motus vibratorius propagetur celerrime versus centrum terræ, in quo vibrationes omnes, ac oscillationes conveniant, & quodammodo æquilibrentur. Quod si corpus quoddam terrestre a superficie telluris amotum sibi relinquatur, ex sententia horum Authorum per hasce vibrationes versus centrum terræ detrudetur. Denique

alia

alii recurrunt ad materiam elasticam à centris corporum totalium semper densiorem, cujus actionem discutiendam proponit Nevtonus *L. 3. Opt. q. 21.* docentque vim elasticam illius medii à centro rursus superficiem semper quo ad densitatem increscentis efficere posse, ut corpora omni ea vi, quam gravitatem appellamus, a densioribus partibus medii ad rariores versus centrum impellantur. In qua opinionum dissensione quæstio art. sequentibus definienda ad sequentia capita reducetur: I. utrum phænomena gravitatis explicari possint per vortices, unum aut plures? II. an exponi possint per rectilineam pressionem materiæ seu elasticæ, seu non elasticæ à systematis superficie quaquaversum, vel versus centrum universi vel solis vel terræ? III. an effectibus gravitatis præstandis sufficiant oscillationes materiæ elasticæ quovis, aut in quodcunque determinatum centrum directæ, præsertim si ea materia statuatur à centris corporum totalium versus superficiem semper densior?

166. Antequam ad rem ipsam veniamus, quorundam objectio in examen est vocanda, qua gravitatem per pressionem, aut impulsionem fieri experimentiorum pondere evincere volebant: si gravitas, inquiunt, non haberetur per externam pressionem, sed vel ex ipsa corporis natura, vel ex mutua corporum attractione, tunc mutari non posset manente eadem massa: sed eandem invariata etiam massa mutari ita, ut quædam corpora modo minus ponderent, etsi nihil demptum sit, modo plus, etsi nihil accesserit, experientia docet: I. Si vitro majori cum metallo inferatur alterum cum menstruo, exteriore illo probe clauso, priusque pondus in delicata bilance expendatur, dein invertatur vitrum, fiatque dissolutio, quin aliquid effluat, invenietur per repetitam explorationem, pondus esse imminutum. II. Idem contingit in gypso, & aqua: nam facta istorum corporum commixtione observabitur quidquam ponderis decessisse, quin tamen aliquid massæ fuerit demptum. III. Si plumbum hermetice in vase vitreo clausum ope lentis

lentis calcinetur, plus ponderat, etsi nihil massæ adjiciatur. In prioribus casibus putant nonnulli rationem minoris gravitatis inde esse sumendam, quod moleculæ dissolutæ intra poros menstrui lateant, obtentoque minore volumine minus pateant ictibus materiæ gravificæ. In tertio casu repetunt majorem gravitatem a majore superficie, qua fit, ut plura plana pressioni materiæ subtilis obvertantur.

Ad genuinam horum phænomenorum causam assignandam 4 sunt prænotanda I. in calcinatione corporum eorundem pondus persæpe augeri, ut adeo juxta observationem Halesii plumbum calcinatum, seu minium $\frac{1}{20}$ ponderis sui parte augeatur. II. Gypsum nihil esse aliud, quam calcem alabastri, quæ in pastam aqua subacta duritiem fere lapideam obtinet. III. In quavis calce ignis multum inesse, eo quod calx ordinarii lapidis affusa aqua ebulliat, ac incalescat. IV. Ex opinione cit. Halesii ignem esse partes elasticas à sulphure calcis vehementer attractas, adeoque constrictas, ut non nisi per solutionem calcis in aqua factam sese liberare, aut elasticitatem recuperare possint: nam plurimis experimentis compertum fuit aerem elasticum absorberi à vaporibus sulphureis. Ex quo tamen non sequitur pondus semper notabiliter ex calcinatione augeri, cum compensatio fieri possit, si per ignem fere tanta partium humidarum copia ex corporibus quibusdam expellatur, quantum molecularum seu ignearum, seu sulphurearum in iisdem corporibus figitur. His prænotatis prompta ratio allatorum experimentorum dari potest: nempe decrementum ponderis in mixtione corporum maxime gypsi cum aqua inde oritur, quod ignis in iis contentus, & fixus inde expellatur: incrementum ponderis vicissim est ex accessu ignis; unde neque illud, neque hoc adscribendum est vel auctæ, vel imminutæ superficiei, sed massæ. Jllud in hac explicatione de aucta gravitate per auctam superficiem mirum videtur, quod iidem Authores in aliis experimentis decrementum ponderis adscribant minori volumini; nam si quæras, cur globus

bus vitreus aqua plenus, & in altera aqua fervente rarefactus minus ponderet, quam ante rarefactionem, reponunt, quia vitri, ipsiusque aquæ volumen est auctum, & corpus rarius semper est specifice levius. Cur ergo aqua rarefacta ob majus volumen sit levius, & ob imminutum volumen corpus aliud in menstruo solutum minus pondeorsum? certe effectus adeo contrarii ab eadem causa oriri quis sibi persuadeat?

ARTICULUS II.

Utrum phænomena gravitatis exponi possint per Vortices Cartesianos?

167. PRopositio I. Gravitas corporum congrue explicari non potest per motum vorticosum materiæ æthereæ in sensu Cartesii. Probatur: In hac hypothesi præcipuum gravitatis phænomenon exponi non potest: constanti siquidem experientia constat, corpora cadere sensibiliter saltem ad centrum terræ per lineam perpendicularem ad horizontem: atqui hoc non fieret per vorticosum ætheris motum: decidere potius deberent ad centrum circuli æquatori paralleli, sub quo corpora continentur. Sic globus sub circulo polari g. H. I. (*fig. X. Tab. VII.*) collocatus non ad centrum b sed ad centrū circuli polaris H caderet. Juxta Cartesianos enim vis centrifuga exercetur per circulos æquatori parallelos, atque adeo vis illa, qua materia subtilis mutata motus directione ad centrum premeret, deberet exerceri per eosdem circulos: sicut igitur non omnes circuli idem centrum habent, sed illorum centra in diversis axis terrestris punctis reperiuntur, ita etiam corpora non caderent ad centrum terræ, sed ad varia puncta in axe telluris posita. Certe ad illud centrum materia subtilis corpora repellit, à quo conatur recedere: atqui in circulo parallelo conatur recedere à centro circuli paralleli: igitur ad illud repellet,

pellet, atque adeo ſub noſtra latitudine deſcenſus gravium à perpendiculo ad horizontem inclinaret 40 & aliquot gradibus, augereturque ſubinde cum obliquitate ſphæræ, quod eſt contra manifeſtam experientiam. Totum argumentum confirmari poteſt experimento à ſolertiſſimo Noleto, aliisque inſtituto: nam ſi ſphæra vitrea aqua non prorſus repleta, ita ut aliquid aeris intus maneat, velociter circumagatur, aer non colligitur ad centrum ſphæræ, ſed ad cylindrum axi reſpondentem, propterea, quod aqua majorem, quam aer, niſum recedendi per hunc gyrum obtineat: quod ſi igitur aqua detrudit aerem in circulo parallelo directe ad hujus centrum, cur id non præſtet æther relate ad alia corpora minus mobilia?

Neque illud quoque extra controverſiam eſt conſtitutum, quod ſupponunt Carteſiani, ideo corpora terreſtria à materia ſubtiliore detrudi, quia ſunt minus mobilia, minusque apta ad motum: nam cum corpora terreſtria & poroſa ab æthere liberrime permeentur, partes ſolidæ tanti à centro niſus concipiendi forent capaces, quanti capax eſt ſubtilis ejusdem voluminis materia: etenim vel hanc ſupponis globuloſam, vel fluidiſſimam, vel partim globuloſam, partim fluidiſſimam: ſi primum, poterit pars terreſtris (*fig. XI.*) D E m tanta eſſe, ut eidem 3 globuli æquales tribus O p Q materiæ ætheræ inſcripti concipi poſſint: igitur juxta hanc partem eandem vim concipiet recedendi à centro, atque adeo ſecundum reliquas partes adhuc majorem, quia ſemper plus corporis erit in hac figura, quam in loco æquali, quem occupare poſſunt globuli, cum hæc pars tota ſolida ſupponatur, inter globulos vero ſemper vacuum intercedat, ut apparet, ſi ſimilis figura globulis inſcribatur: quod ſi in parte D. E. m. Plus eſt maſſæ, major erit vis inertiæ, adeoque vis major recedendi à centro. Si ſupponis materiam ætheris fluidiſſimam, in illa non plus corporis continebatur, quam in partibus ſolidis cohærentibus. Si denique tertium ſupponis, certe non minus partes fluidiſſimæ implebunt

exter-

externos angulos partis terrestris, quam spatia inter globulos relicta. At figura partis solidæ eandem efficiet ad motum minus aptam. Minime: concipe, eadem figura partem quandam ætheris, gyrantis A b C d, harum partium situm non nitentur mutare circumfusæ partes M n o p, neque sibi invicem obsistent, neque inæqualem conatum recedendi à centro habebunt: cur minorem conatum abeundi habebunt partes solidæ corporis terrestris, si loco partium ætheris A b c d subrogentur? Effugia alia Cartesianorum inferius adferentur.

168. Propositio II. Gravitas corporum explicari non potest per duos aut plures vortices in sensu Sturmii, aut Hugenii. Prob. pars prima: si daretur vortex unus circa axem terræ, actus & alter ab uno polo terræ versus alterum, materia ætherea, cui corpora terrestria innatant, non acquireret directionem mediam per diagonalem versus centrum terræ, quod sic ostendimus: nam dicti vortices vel in diversa forent superficie: ita ut alter altero esset altior, & tunc determinatio fieret duntaxat ab inferiori, vel forent in eadem superficie, & tunc ibidem mutuo concurrerent: jam vero per concursum mutuum sequi necesse est mediam, novamque directionem, adeo in hac superficie destrui duplicem vorticem, præsertim cum vires utriusque æquales, æqualisque celeritatis esse debeant, ne tardior abripiatur a fortiore. Confirmari id rursus potest experimento à supra laud. Nolet. instituto, & a nobis N. 10 *de viribus centralibus allato.* Nam cit. Author tentamine studiose facto, globoque vitreo contrariis directionibus moto nihil impetravit aliud., quam ut liquores non quidem ad centrum compellerentur, sed in duos circulos sese externe tangentes, quales exhibet ductus numeri octavi arabici, contorquerentur. Eundem motum sequatur necesse est quodvis punctum materiæ ættherææ à duplice vortice abreptum, ut adeo impulsus versus centrum nunquam sequatur. Neque dici potest ætherem esse fluidissimum, atque adeo in hypothesi duplicis vorticis unum motum
non

non obſtare alteri : nam etſi ſit ſubtiliſſima, materia tamen eſt impenetrabilis, iners, poten[illegible] facere im-preſſionem in alia corpora, atque adeo [illegible] in par-tes ſui ſimiles, ut adeo ſi aliis corporibus reſiſt[illegible] po-teſt, etiam ſibi ipſi obſiſteret. Ex quibus omnibus [illegible] tet, neque Hugenii vortices in omnem [illegible] difficultatem expedire. Hi vortices ſi in alia [illegible] quidquam poſſunt, ſuum etiam motum neceſſario [illegible] ſtruerent.

169. Omnem in partem ſeſe verſant Carteſiani, ut per motum vorticoſum deſcenſum gravium ad centrum terræ probabili ratione defendant. D. Perrault philoſophus ſolertiſſimus ſupponit materiam æthercam, quæ circa terræ axem revolvitur, in variis circulis æquatori parallelis, & in variis à terræ centro diſtantiis diverſos obtinere gradus celeritatis, ita ut in circulis ab æquatore remotioribus materia ætherea celerius moveatur, quam in vicinioribus. Etenim, inquit, intra terram, & prope ipſam materia ætherea majora reperit impedimenta, quam procul a terra, ut aqua fluminum in fundo, & in lateribus alvei majorem reperit reſiſtentiam, quam in ſuperiore ſuperficie medii profluentis. Quo poſito ſtatuit corpora gravia ab æquatore remota ideo verſus terræ centrum propelli, non verſus centra circulorum, in quibus continentur, quia partes gravium polo viciniores validius deorſum pelluntur, quam illa, quæ ſpectant ad æquatorem, propter majorem velocitatem materiæ ætheræ prope polos, quam æquatorem, qua fit, ut gravia pellantur à circulis materiæ cœleſtis polo vicinioribus in remotiores a polo.

Ad niſum majorem ætheris in circulis ab æquatore remotioribus confirmandum alia ad ſpeciem non infirma argumenta addit Franciſc. Bayle Phyſ. *p. 1. l. 3. ſect. de terra diſp.* 1. Primo etſi in diſtantiis à terra æqualibus æqualis tantum ſupponatur velocitas abſoluta materiæ ætheræ, velocitas reſpectiva ad ſuperficiem terræ: & corpora ipſis incumbentia eſt major in circulis ab æquatore remotioribus, quia ſuperficies

terræ celerius movetur in æquatore ab occasu versus ortum, quam in circulis remotis: cum enim omnes circuli in terra eodem tempore revolvantur, quodlibet punctum circumferentiæ terræ celerius movetur in majoribus, quam minoribus circulis: cum autem major celeritas respectiva magis propellat versus centrum, quam minor, manifestum est in circulis minoribus majorem esse propulsionem deorsum, quam in majoribus. Deinde cum posita etiam æquali velocitate respectiva major sit nisus materiæ æthereæ in peripheria parvi circuli, quam magni, ceteris paribus eam ob causam major est propulsio versus centrum in parvis, quam magnis circulis, id quod inde ostenditur, quia nisus ad recessum à centro per tangentem circuli in motu vertiginis debet æstimari per magnitudinem anguli contingentiæ: aut per majorem recessum à centro æqualibus temporibus, si detur via libera corpori nitenti recedere: atqui angulus contingentiæ major est in parvo, quam magno circulo, & eadem posita velocitate si detur via libera corpori nitenti recedere, major sit recessus à centro æqualibus temporibus per tangentem parvi, quam magni circuli; potest enim in magno circulo mobile recedere per tangentem a puncto contactus per unum palmum, cum tamen vix à centro circuli removeatur per spatium centesimæ, aut millesimæ lineæ; potest contra circulus esse tam exiguus, ut corpus, quod à puncto contactus recedit, palmum unum per tangentem, etiam à centro circuli recedat per palmum fere integrum (*fig. XII.*) ex quibus deducitur majorem esse vim centrifugam ætheris in circulis ab æquatore remotioribus, quæ adeo majore nisu corpora versus centrum detrudat.

170. His quidem argumentis etsi probaretur major velocitas respectiva materiæ æthereæ in circulis ab æquatore remotioribus, quam vicinioribus; atque adeo velocior descensus corporum sub parallelis ad eorundem centra, quam sub æquatore ad centrum ejusdem: non tamen probatur eam veloci-

tatis

tatis inæqualitatem sufficere, ut corpus in parallelis positum detorqueatur versus centrum terræ, cum nisus non fiat oblique versus centrũ circuli paralleli, sed recta ad illud. Quod si corpus vi majore detorqueretur à polo ad centrum vorticis, certe impulsus materiæ in parallelo gyrantis longe major esse deberet, quam vis ætheris in æquatore circulantis; id quod dici non posse, sic ostendo: sit triangulum æquicrurum b A c (*fig. XIII. Tab. VII.*) ex puncto c suspensum, adeoque æquilibratum, ut actio gravitatis utrinque sit æqualis, atque adeo A b sit horizonti parallela: quod si gravitas in latus A C augeatur, A b ad A efficiet angulum acutum cum horizonte: ut vero latus A C insistat lineæ horizontali ad angulum rectum, seu ut triangulum transeat in situm C E f, requiritur tanta actio in latus A C, ut ad illam actio in alterum latus c b nullam prorsus rationem habeat. Hoc posito allatum triangulum (*fig. XIV.*) libretur in æquatore S o velut in l m N, & actio vorticis in utrumque latus L M, M N, erit æqualis, quod si recedat ab æquatore 45 gradibus, situs ejusdem trianguli erit L M N, adeoque latus l m perpendiculare ad horizontem voticis Q R & axi p p parallelum, ex quo sequeretur illud absurdum, actionem vorticis in latus L N ad actionem ejusdem in latus l m nullam prorsus rationam habere.

Ostendo rursus alterum, argumentum à Franc. Bayleo additum nihil ex eo evincere, quod nisus materiæ ætheréæ non possit respondere celeritati ejusdem respectivæ. Projiciatur globus A (*fig. XV. T. l. cit.*) horizontaliter directione, & vi A f: eodem ille tempore describet curvam a c, quo describit A d, si vi A E projiciatur, quia has curvas describit eodem tempore, quo libere ex altitudine A b caderet, ut constat ex tentaminibus Florentinorum à Muschenbroekio allatis: hoc posito sic arguitur: si globo (*fig. XIV.* versus H major vis imprimatur, idem est, ac si ipse parallelus A b f h majore celeritate moveretur ab A versus b f, & tamen eodem tempo-

re deſcribit curvam c e, quo deſcriberet minore vi curvam c d, neque alia ratio dari poteſt à Carteſianis, niſi quia eſt eadem celeritas materiæ circulantis in hoc parallelo; igitur celeritas reſpectiva non mutat niſum detrudendi abſolutum, multo minus obliquè verſus æquatorem corpus cadens detorquebit. Certe ſi foret inæqualitas velocitatis in circulis vicinis tanta, quantam requirunt Carteſiani, contingeret non levis hallucinatio in explorandis ponderibus, ſi ambæ lances bilancis ſub eodem meridiano collocarentur, magis enim gravitaret idem pondus in lance ſeptentrionali, quam meridionali, earumque ſitu mutaretur etiam æquilibrium. Denique ex majore vi centrifuga ætheris in circulis parallelis nihil mutationis ſequi inde patet, quia etiam O in eodem minore circulo poſitum majorem concipiet vim centrifugam, ut adeo exceſſu vis centrifugæ in æthere reſpondente exceſſui vis centrifugæ corporis reliqua omnia ſint paria. Accedit quod hoc modo ſalvari non poſſit ſtatus permanens vorticis: nam ſicut ideo materia ætherea deberet detrudere terreſtria corpora, quia majore gaudet vi centrifuga, certe etiam inferior materia ætheris extrudere debet ſuperiorem, quia inferior minorem circulum deſcribens haberet majorem vim centrifugam, atque adeo haberetur continuus aſcenſus, deſcenſusque, neque unquam in ſtatu permanente foret vortex.

171. Refutata igitur Perraultii explicatione aliam adfert citatus Bayleus his verbis: ,, quærenda eſt alia ,, cauſa, à qua in hypotheſi R. R. gravia polis vi- ,, cina verſus terræ centrum propelluntur, eam au- ,, tem ab ipſa eorum hypotheſi deducere non eſt ad- ,, modum difficile: cum enim terra, ejusque vortex ,, circa ſolem à materia ætherea circumferatur, & ,, aliunde omne liquidum celerius moveatur, quam ,, O, quod illius fluxu impellitur, manifeſtum eſt, ,, fluvium materiæ ethereæ celerius moveri ad terræ ,, latera ab occaſu verſus ortum, quam ipſam terram:

h

,, hoc posito necesse est, ut illi materiæ æthereæ fluvio accidat, quod in fluminibus solet accidere aquæ, quod O aliquod, quod devehit e. g. scapham, propellit fluxu suo: cum scilicet aqua velocius moveatur, quam scapha, quæ excurrunt ad latera hinc inde profluentes in parte scaphæ anteriore in se invicem revolvuntur, & insultu opposito earum aquæ permiscentur. Cum hæc tum experientia, tum ratione sint manifesta, statuendum est materiæ æthereæ fluvios illos, qui polis terræ aut e directo illorum allabuntur, in ejus anteriora revolvi, & quia terra continuo movetur circa suum axem, efficitur, ut ille materiæ æthereæ effluxus successive versus omnes æquatoris terreni partes hinc inde dirigatur. Et quia continuus est ejusmodi motus, necesse est, ut partes materiæ æthereæ in partes oppositas delatæ commisceantur, & sibi mutuo libera relinquant ad excurrendum interstitia. Sic necesse est materiam ætheream circulariter moveri circa terram, non solum ab occasu versus ortum, sed & à polo quolibet versus polum oppositum vicissim per omnes æquatoris gradus continuo circuitu. Imo propter varios occursus & repulsus rivulorum necesse est circulares variarum partium ætheris motus aut nisus circa terram in omnem loci differentiam dirigi: unde sequitur gravium propulsio versus terræ centrum per lineam rectam, quia nisus materiæ æthereæ circulares sunt ita temperati, ut non sit major impulsio versus orientem quam occasum, aut versus boream quam austrum. Ita Bayleus. Ex quibus colligi potest, ideo in hac hypothesi corpora terrestria ferri ad centrum terræ, quia materia vorticis solaris celerius, quam votrex terrenus, mota undique à polis versus æquatorem comprimit, sicut aqua fluvii scapham eidem innatantem, tardiusque ipsa aqua motam. In hac quidem hypothesi difficultatem nondum solvi inde existimo, quod gratis asseratur vorticem terrestrem versus polos magis comprimi: nam si medio vortici solari innatat, non solum ad polos,

 sed

ſed & ad æquatorem circumflua vorticis ſolaris materia eadem celeritate fertur. Deinde ſi terræ vortex in vortice ſolis defertur, eadem vis centrifuga & centripeta ſupponi debet in vortice terreſtri, quæ in ſolari, alioquin terra vel ad ſolem præcipitabitur, vel ab eo longius ſemper recedet, donec eandem vim centrifugam obtineat, eandemque celeritatem. Aliud eſt in ſcapha, quæ in ſuperficie fluvii poſita aliquamdiu minorem quidem, quam aqua, celeritatem habere poteſt, ſed ſucceſſive eandem obtinebit: at vero corpus in mediis aquis defluens, ejusdemque cum aqua gravitatis eandem, quam illa, celeritatem habet

172. Vias alias iniverunt Jacobus Bernoullius (ut videre eſt *in actis Erud. Lipſ.* ad An. 1095.) & D. Saurin, ut habet diarium litt. ad An. 1703. Ille ſupponens vorticem terræ ſolari innatare, extimam ejusdem ſuperficiem conſiderat inſtar vaſis ſphærici materiam circulantem continentis: Jam vero cum fluida premant in latera vaſorum perpendiculariter, materiam quoque æthercam premere in extimam ſuperficiem perpendiculariter juxta radios à centro terreſtri ductos exiſtimat, ut adeo corpora terreſtria juxta radios etiam ad centrum ductos deprimat. Alter Author cit. cenſet, ætherem vorticoſe motum in circulis parallelis debere quidem corpora terreſtria repellere ad centrum paralleli, niſi in ſuperficie obtineat determinationem aliam ad deſcribendam lineam mediam, ſeu perpendicularem ad horizontem: iſtam autem inde acquirere judicat, quia ætherea materia in ſuperficie à plano tangente reflectitur per ſegmentum æquale circulo parallelo, cum vero ex parte oppoſita ſit vis materiæ renitentis, ideo determinatur ad lineam diagonalem verſus centrum terreſtre. (*fig. XVII. Tab. VII.*) rem exhibebit. Tota moles materiæ ſubtilis in circulo parallelo, cujus diameter eſt D N, contentæ conatum adhibet recedendi à centro O in ſuperficiem d: quia vero ibidem non aliter reflectitur, quam reflecteretur à plano eum circulum in d tangen-

te,

te, idcirco reflexio fiat neceſſe eſt juxta directionem d m, quæ eſt chorda arcus d A m = d p N. At vero materia fluida in chorda d m ſita reagit, æqualique niſu reſiſtit, unde in ſuperficie d acquiritur directio media per d c ad centrum vorticis, ſeu terræ.

Neque iſta argumenta tanta ſunt, ut deſcenſum gravium in parallelis ad commune centrum evincant. Quod primum attinet, verum quidem eſt fluida ſtagnantia premere in latera vaſorum, quibus continentur, perpendiculariter: cum enim ſint undique in æquilibrio, prement in omnem partē. Aliud eſt de fluidis in vorticem actis, quæ ubi preſſionem ſuam non ex gravitate, ſed vi centrifuga obtinent, abire conantur a centro motus, quod non eſt centrum fluidi, ſed in quavis ſectione parallela centrum ſectionis in axe poſitum. Unde ſi vis centrifuga ubique foret æqualis, nec fluidum immobili aliqua ſuperficie contineretur, circa axem rotatum formaret cylindrum ſemper creſcentem, & ſi vis centrifuga foret proportionalis radiis parallelorum utrinque à medio axis puncto decreſcentium, formaretur ſphæra, neque corpora ad centrum ſphæræ, ſed ad axem detorquerentur, ut oſtendit experimentum Noleti ſupra adductum. Quod alteram D. Saurin explicationem attinet, manifeſtum eſt materiam æthereàm dicto modo reflecti debere, ſi vortex nondum eſt in ſtatu conſiſtente, non item ſi eſt in ſtatu *permanente*: nam ſi in hoc ſtatu eſt, materia prope æquatorem non poteſt eſſe magis compreſſa, quam in parallelis. At hæc major compreſſio ſequeretur ex directione verſus centrum; unde ſi æqualis undique eſt compreſſio, preſſio O d non à chorda d m, ſed à contiguo fluido verſus æquatorem impedietur, ac inefficax fiet: hoc niſi fieret, aer etiam in allato experimento ad centrum ſphæræ comprimi deberet.

ARTI-

ARTICULUS III.

Utrum phænomena gravitatis explicari possint per rectilineam substantiæ ætheree pressionem?

173. ANtequam quæstionem decidamus, notiones quædam erunt præmittendæ in principiis mechanicis, & hydrostaticis fundatæ. Sit igitur I. *Si in systemate quodam materia non elastica versus centrum illius rectilinee undique ac æqualiter premit, ejusdem pars quælibet intra systema undique æqualiter erit compressa.* Esto (*fig. I. Tab. VIII*) pars H sphærica, quæ si non æqualiter comprimitur undique, mutabit figuram, aliaque eidem materia ob minorem pressionem cedens succedet, donec æquilibrium obtineatur: quod si ita, complebitur sphæra H, eritque æqualiter compressa, atque adeo etiam prius fuit. Ex quo sequitur partem H undique premi æqualiter, nec vi pressionis mutare figuram, ut adeo in eodem statu sit permansura, etsi tota reliqua massa rigescere concipiatur. II. *Si materia non elastica undique æqualiter premit ad centrum, sustentat sese mutuo instar alicujus fluidi gravis.* Esto in eadem fig. pars A b C, quæ undique æqualiter premitur, ut adeo nec A b per c, nec b c per c effluat (etsi omnis reliqua massa rigescere concipiatur) ergo pressio in b æqualis erit: nam secus aut A b, aut b c cederet contra suppositum. Eodem modo discurrendum erit de quavis alia parte d E f. Inferri hoc ipsum potest ex theoria Celeb. Clariraut de figura telluris ex hydrostaticis legibus demonstrata, ubi ostendit figuram massæ alicujus fluidæ non posse esse in æquilibrio, nisi vires fluidi in quocunque canali contenti (qui utrinque in superficiem desinit) sese mutuo destruant. Ex quo manifestum est, systema A c d cum debeat esse in æquilibrio, actionem

partis

partis A b versus centrum debere destrui, ac æquilibrari actioni partis b c. III. *Si in systemate quodam materia est elastica ad centrum premens, aut nulla pars premet alteram, aut omnes prement æqualiter.* Nam vel materia in sphæram disposita externe comprimitur, & tunc nulla pars interna inæqualiter premitur, quia pars minus premens cedet validiori; vel si materia ætherea non comprimitur externæ æqualiter, quævis pars se extendit tamdiu, donec se restituat ex omni, si quæ accidit, compressione. Profecto omnes partes æqualiter premi demonstravit Nevtonus *L. II. prin. sect. V. prop. XIX.* Hinc sequitur IV. *Si materia elastica est versus centrum quacunque vi premens, qualibet ejusdem pars erit in æquilibrio.* Nam si non est in æquilibrio, cedet alteri, aut extrudet alteram, donec obtineatur æquilibrium. V. *In quocunque systemate materiæ ad centrum prementis nullus ex pressione sequitur motus ejusdem.* Nam motus ex pressione sequi non potest, nisi versus partem, ubi minor est pressio: sed pressio cujusque partis ubique est æqualis juxta propositiones priores: ergo &c. quod si pars hujus materiæ ab alio agente moveatur, in ejus locum confestim succedit vicina: sic eadem fig. si pars materiæ H in plagam A moveatur, pars in b minus premetur, succedit igitur in locum materiæ motæ. VI. *Si O heterogeneum ponatur de novo intra systema, materia æquabiliter comprimitur: sin corpus heterogeneum cum materia premente jam prius contentum in systemate moveatur, in ejus locum succedet materia vicina premens.* Ratio prioris est, quia si de novo addatur systemati O heterogeneum, extrudi debet par volumen materiæ: igitur materia extrusa vel comprimet, vel extrudet vicinam, hæc rursus aliam, donec obtineatur æqualis partium omnium compressio. Ratio alterius est, quia si corpus moveatur versus A, minus premitur materia in b, igitur succedet in locum corporis moti, ut supra est dictum. His suppositis sit.

174. Propositio I. Phænomena gravitatis non rite explicantur per pressionem rectilineam materiæ non elasti-

elasticæ à superficie systematis quaquaversum, vel versus centrum universi aut solis, aut terræ. Probatur: in hoc systemate vel non sequetur motus corporum terrestrium versus centrum, vel fiet potius ascensus, seu motus a centro versus peripheriam. Concipe enim (*fig. II. Tab. VIII.*) systema terræ A b c, juxta dicta N. priore pars materiæ H æqualiter undique premitur, estque in æquilibrio, nec ullus motus in tali materia sequeretur vi pressionis. Transferatur igitur ex b in H corpus ejusdem voluminis, in ejus locum succedet materia premens systematis, & corpus hoc eodem modo undique æqualiter premetur, ac materia systematis H: sed hoc ipso non sequetur motus versus centrum: ergo &c. Nam materia systematis H premebatur undiq; æqualiter: igitur corpus H ejusdem voluminis; atque adeo sicut ob æqualem undique pressionem non sequebatur motus in materia systematis, neque sequetur in corpore terrestri.

Altera pars, seu quod fieret potius motus corporis H a centro versus peripheriam, sic ostenditur: columna A b vincet columnam c b, eamque extrudet: cum enim corpus terrestre H non sit grave, seu premens ad centrum terræ, in columna c b minus erit materiæ prementis versus centrum, quam in columna vicina A b, cui si abesset corpus H, columna c b æquilibraretur: igitur corpus H per columnam A b extruderetur: si enim materia gravis columnam b c interpositum corpus non grave H continentem extruderet, cur non extrudat materia ad centrum premens? sicut ex nisu versus centrum in materia gravi sequitur æquilibrium, & mutua sustentatio columnarum (nullo corpore interposito) & sicut in eadem materia gravi propter mutuum æquilibrium sequitur extrusio columnæ corpus non grave, aut minus grave continentis, ita idem sequetur ex nisu materiæ prementis versus centrum, quia utraque actio ex nisu versus centrum oritur.

175. Propositio II. Phænomena gravitatis neque explicari possunt per pressionem rectilineam materiæ elasticæ

elaſticæ verſus centrum cujusque ſyſtematis. Probatur eodem modo, quo prius: per ejusmodi materiæ preſſionem aut non ſequetur motus corporum terreſtrium verſus centrum, aut ſequetur potius aſcenſus verſus peripheriam: nam concipe rurſus corpus terreſtre H transferri ex h in H, in ejus locum ſuccedet materia premens: igitur ſicut materia à corpore H translato expulſa, unde que preſſa fuit æqualiter, & vi preſſionis nullus fuit in ea materia motus, ita nec erit motus in corpore ſuccedente, vel ſi erit, aſcenſus potius fiet, quam deſcenſus. Ratio à priori eſt in generalibus hujus Art. notionibus indicata, ſeu enim niſus verſus centrum oriatúr ex gravitate, ſeu ex preſſione, ſeu elaſticitate, undique ſemper in ſingulas partes æqualis ſit, columnæque ſeſe mutuo ſuſtentent eſt neceſſe.

Confirmatur. Poſita hac gravitatis origine dandum erit, pondus corporum non eorum maſſæ, ſed ſuperficiei proportionaliter reſpondere. Nam tanta erit corporis gravitatio, quanta eſt preſſio, quam ab incumbente fluido O patitur, & ideo quanta eſt ſuperficies, ſi cetera paria ſint, cui premens fluidum incumbit: jam vero certum eſt gravitationem corporis non ſuperficiei, ſed maſſæ proportionaliter reſpondere. Rurſus hoc modo probatur, gravitationem propterea duntaxat augeri, & minui, quod illorum figura mutetur. Ob ſolam quippe figuræ mutationem creſcere poſſe, aut decreſcere ſuperficiem corporis, cui premens fluidum incumbit, adeoque poſſe & corpus ipſum hanc duntaxat ob cauſam modo magis, modo minus deorſum premi, nemo eſt, qui non videat. Conſtat autem gravitationem corporis neque augeri, neque minui ob mutationem figuræ. Ex quibus omnibus non difficile erit colligere, tantum abeſſe, ut naturalis gravium deſcenſus ex preſſione ambientis fluidi poſſit derivari, ut hinc potius futurum videatur, corpora ipſa debere à centro telluris jugiter recedere, ſurſumque deferri.

Oppo-

176. Oppones: per rectilineam ætheris preſſionem neceſſe eſt fieri, ut corpora deſcendant ad terram: cum enim materia ætherea ſeu gravifica quo ad directionem moveatur lineis rectis, corpora terreſtria illius directum, impulſumque ſequuntur, atque adeo eadem linea ad centrum tendunt perpendiculariter. Nam cum ex omnibus cœleſtis hemiſphærii punctis quidam radii in O incidant, quisque illorum habet vim cooperantem: radius ex parte orientali incidens ſi ſolus foret, O verſus partem occidentalem urgeret, at vero quia radius alius ab occidente incidit in idem O alterius directioni oppoſitus, fiet ut corpus per lineam inter has obliquas mediam, nempe perpendicularem ad horizontem decidat. Accedit in caſu, quo corpus terreſtre à terra eſt avulſum, intercipi radios adverſum prementes ab ipſa terra, ut adeo radii deorſum prementes prævalere ſit neceſſe. R. Etſi materia cœleſtis per hanc hypotheſin ſupponatur niſum exercere verſus centrum terræ, ſi tamen eſt in ſtatu permanente, ejusdem pars quævis premi undique debet æqualiter: quod ſi ita, per preſſionem nullus motus ſequatur eſt neceſſe. Nam ſi ipſa pars materiæ ethereæ ex loco ſuo à corpore terreſtri expulſa prius æqualiter fuit preſſa, cur non corpus terreſtre ſuccedens æqualiter undique prematur? ſi interceptio radiorum per terram non efficit prius, ut radii deorſum prementes prævaleant, partemque materiæ cœleſtis deorſum premant, cur id fiet relate ad corpus terreſtre? nam ſi radii a corpore terreſtri ad centrum terræ pertingentes minus premi dicantur, cur non ſuccedat ex lateribus materia alia magis preſſa? ut ex primis hujus Art. notionibus fieri deberet. Quod ſi ſupponas materiam toties nominatam fluere motu progreſſivo, quæro, an fluat ad ſuperficiem terræ duntaxat, vel ad centrum usque, vel hoc etiam tranſeat? primum dici non poteſt, cum corpora etiam intra ſuperficiem terræ ſint gravia labanturque in fodinis directione ad centrum terræ perpendiculari. Si alterum dicatur, tunc ex hydroſtatica columnæ æquales

quales ſeſe æquilibrarent, dum adverſæ in centro conveniunt, inde quietem conſequi eſt neceſſe. Si tertium, retineret materia per centrum tranſiens directionem ſuam, & corpora in altero hemiſphærio poſita in auras aufferret. Modo de motu oſcillatorio ætheris quid ſtatuendum ſit, videamus.

ARTICULUS IV.

Utrum phænomena gravitatis exponi poſſint per oſcillationes materiæ elaſticæ ad centrum directas?

177. HYpotheſin horum Authorum primo hujus partis articulo inſinuatam exhibeo (*fig. III. Tab. VIII.*) ſit ſectio ſyſtematis A b C materia elaſtica impleti, & pars extima hujus ſuperficiei comprimatur verſus centrum terræ. Hoc poſito comprimetur ſubjecta materia A, contigua D, compreſſionisque hujus propagatio erit usque ad centrum g. Iſthæc compreſſio ſi fiat per totam ſuperficiem, erunt in ſectione quavis ſyſtematis circuli materiæ elaſticæ compreſſi A b C, d E f &c. & cum preſſio hæc ceſſet illico, reſtituent ſeſe partes compreſſæ in locum priorem, repetitaque preſſione iterata erit reſtitutio, adeoque vibrationes, ſeu oſcillationes continuo ſeſe excipientes. His igitur vibrationibus corpus R interpoſitum verſus centrum terreſtre detorqueri dicitur. De hac hypotheſi ut juſta cenſura feratur, notiones rurſus fundementales erunt præmittendæ.

178. I. *Suppoſito ſyſtematis materiæ oſcillantis ſtatu permanente, quæcunque ſit elaſticitas in diverſis materiæ partibus, illa poſt reſtitutionem æquale, quod ante compreſſionem habuit, ſpatium occupabit.* Veritatem hujus hypotheſis exhibebit (*fig. IV Tab. VIII.*) in qua repræſentatur propagatio pulſus materiæ oſcillantis ab X verſus R, & decrementum elaſticitatis ea proportione,

ne, qua decrescunt spatia v X, v T, T s, s R. Porro N o q p exhibet compressionem partis materiæ magis elasticæ, qua cessante sese possit restituere utrinque in V & X. I k L m exhibet partem aliam materiæ minus elasticæ, eamque rursus compressam, ita ut cessante compressione sese possit restituere per spatium v T. Hoc supposito ostenditur, partem omnium minime elasticam A b C d debere occupare etiam prius, quod ante compressionem habuit, spatium: nam si ista pars se non restituat usque in S, sed ducta r x parallela ipsi R X solum sese restituant in s, etiam restitutio partis E f H g non pertinget in T, sed duntaxat in t, & sic porro de partibus aliis materiæ elasticæ: ex quo consequitur, totam materiam post restitutionem non occupare idem, quod ante compressionem habuit, spatium, quod si idem contingat, ut fieri necesse foret, post plures compressiones, totum systema (cujus status supponitur permanens) minueretur, foretque contra suppositum instabile, ac mutabile.

II. *Vis restitutionis in elasticis æqualis est vi compressionis, si vis comprimens non excedit compressibilitatem, id est, potentiam cedendi vi comprimenti.* Ratio inde sumitur, quia si compressiva vis non est major compressibilitate, corpus elasticum amplius comprimi potest: quod igitur non amplius comprimatur, fit per nisum restituendi partes compressas. Ex quo colligitur conatum restitutionis in partibus compressis esse æqualem vi comprimenti, ubi pressio eo pertingit, ut ulterius non augeatur. Hoc ipsum declaro experimento sequenti: impleatur vasculum A b C (*fig. V. Tab. VIII.*) mercurio usque ad E d, immergaturque tubus f g utrinque apertus usque ad fundum b C obturato orificio in A, ne aer in spatio A E d contentus egredi possit. Quod si aer ex tubo exsugatur, contentus in A E d aerita sese expandet, ut mercurium ad eandem altitudinem in tubum f g extrudat, ad quam eo tempore habebat in barometro, manifesto indicio, nisum aeris A E d sese expandentis æqualem

lem esse pressioni atmosphæræ mercurium in barometro suspensum tenentis. Eodem modo experientia docet, globum eburneum in obstaculum durum impactum eadem celeritate (si demas affrictum) redire, qua impingit.

III. *In statu systematis permanente si pulsus successive per medium elasticum propagentur, vis comprimens non est major compressibilitate medii elastici.* En (*fig. III.*) supponatur tanta compressio circuli A b C, ut pars ejus prope agat in impenetrabilitatem : minor igitur erit in hoc circulo vis restitutionis, quam fuerit compressio: igitur non adeo valide per restitutionem suam comprimet circulum d E f, si hic non facilius flecti possit, quam ipse circulus A b C fuerit compressus, ex quo consequitur in circulo d E f compressionem esse minorem, quam quæ compressibilitatem excedat, quod cum de circulis aliis intelligi debeat, nullibi profecto, nisi in primo circulo, erit vis comprimens tanta, quæ excedat compressibilitatem. At vero si circulum d E f supponas comprimi posse facillius, quam circulum A b C, tunc hujus vis restitutiva durante compressione (priusquam erat fortissima) jam æquavit vim resistentem circuli d E f, adeoque si postea crevit vis comprimens, jam cessit circulus d E f, ut adeo contra suppositum in circulo A b C vis comprimens major non fuerit compressibilitate ejusdem. Hypothesis isthæc ut clarior fiat, en (*fig. VI. Tab. VIII.*) annulum elasticum C d E, qui per maximam compressionem ita fieri possit ellipticus, ut ejusdem axis minor sit A b. Huic vicinus sit annulus alter f g H, qui per summam compressionem fiat ita ellipticus, ut f H sit minor A b. Quod si annulus c E d in C prematur, nunquam hic ita comprimetur, ut c E æquale sit A b, nisi eodem tempore annulus g f H ita comprimatur, ut g H sit æquale f H. Nam ut annulus in C ita comprimatur, eadem vi resistere deberet in g annulus f g H: at qui hic nunquam ita resistet nisi in statu summæ compressionis : igitur nisi in isto statu sit uterque annulus,

primus

primus nunquam erit ſumme compreſſus. Quod ſi addas tertium, quartum &c. magis compreſſibilem, evinces eadem ratione nullum annulum fore ſumme compreſſum, niſi omnes ſint eodem tempore in ſtatu ſummæ compreſſionis. Cum vero omnium annulorum compreſſio non ſupponatur fieri eodem tempore, ſed ſucceſſive, nunquam erit tanta compreſſio, quæ excedat compreſſibilitatem. Idem ratiocinium accommodari poteſt diverſis materiæ oſcillantis partibus. Ex quibus omnibus conſequitur in ſyſtemate materiæ oſcillantis reſtitutionem in quavis parte æqualem eſſe compreſſioni, cum hæc nunquam ſit tanta, ut compreſſibilitatem excedat. His prænotatis ſit.

179. Propoſitio I. Phænomena gravitatis explicari non poſſunt per oſcillationes materiæ elaſticæ ad centrum directas, ac propagatas. Probatur: in hoc ſyſtemate explicari non poſſunt lapſus corporum terreſtrium ad centrum: nam oſcillationes materiæ æthereæ forent æque fortes infra, ac ſupra corpus terreſtre; ſed hoc ipſo illud deorſum non laberetur: ergo &c. minor rurſus ſic oſtenditur: ſi oſcillationes & infra, & ſupra corpus ſunt æquales, eadem vi materia deorſum preſſa ſe ſurſum reſtituit, qua fuit depreſſa, adeoque quantam vim ad deſcenſum confert oſcillatio ad centrum, tantam reſtitutio elidit: ſed hoc ipſo corporis deſcenſus foret nullus, cum quantum motus corpus obtinet per oſcillationem deorſum, tantum amittere debeat per reſtitutionem. Eodem modo oſtendi poteſt in hoc ſyſtemate non explicari accelerationem gravium per numeros impares: nam iſthæc acceleratio inde fieret, quia creſcente columna ſuperiore impetus altero tempore foret duplo major, quam primo, & reſiſtentia minor: atqui iſthanc explicationem non tenere inde eſt, quia in materia elaſtica quanta eſt compreſſio, tantus eſt niſus corporis ſeſe reſtituentis, ut adeo etſi creſcat columna ſuperior, eoque impetus ſecundo tempore augeretur, tamen compreſſio columnæ inferioris, indeque ortus niſus ſeſe reſtituendi accurate reſponderet, atque quod

con-

consequens est, corpus tantum elevaretur ab elaterio columnæ inferioris, quantum à superiore detruditur, unde tantum abest, ut fiat motus acceleratus, ut potius omnis denique lapsus impediatur, sic necesse.

Contra hanc denique hypothesin videntur esse sequentia. *I.* summa est subtilitas materiæ oscillantis, ut adeo liberrime corpora pertransiens eam, quam gravia corpora habent, vim imprimere non possit. *II.* necesse erit, ut vibrationes hujus materiæ per interpositionem corporum densiorum intercipiantur, atque adeo intra tabulata densissima ædificii: aut fornicem alicujus specus corpora non æque forent gravia, ac in aere aperto, quod tamen cum experientia pugnant. *III.* harum oscillationum causa mechanica assignari posset nulla: nam cum impetus à Deo initio impressus post tot itus, ac reditus jam dudum cessasset (sicut oscillationes in luce & aere cessant, nisi continuo per corpus lucidum, & sonorum excitentur) perpetuo Deus sine causæ alius interventu agere deberet, quod certe mechanicam explicationem non redolet, nisi velis etiam explicationem mechanicam esse eorum, qui motum cœlestium corporum in orbitis ellipticis adscribunt Angelis.

180. Propositio II. Neque origo gravitatis esse potest ab oscillationibus subtilioris materiæ, etsi ea supponatur à centro systematis versus peripheriam semper densior. *Probatur.* Vel in hac hypothesi *vis elastica* dicitur esse densitati proportionalis, vel ea proportione decrescere, qua augetur densitas: neutrum dici potest. *Non primum*: nam si vis elastica foret densitati proportionalis, atque adeo si materia superior majorem haberet vim sese expandendi, quam inferior, tunc vel se expanderet versus centrum, & sic partem inferiorem comprimeret, ac densiorem redderet, vel non se expanderet, & tunc id fieret propter reactionem partis inferioris, & sic actio major æquilibraretur per reactionem minorem: atqui neque actio major æquilibrari potest per minorem, neque pars inferior effici densior in statu systematis perma-

nentis. *Neque dici poteſt alterum*, ſeu vim elaſticam proportionaliter ad denſitatem decreſcere, id quod hoc modo declaratur, facta hac hypotheſi actio elaſtica in omnibus partibus (quæcunque linea ducatur a centro verſus peripheriam, eſt æqualis: hoc ipſo autem non poteſt ſequi motus verſus centrum, non ob elaſticitatem, cujus actio ubique æqualis ſupponitur, non ob denſitatem, quæ deorſum non agit, niſi ab alia actione adjuta: ergo &c.

181. Oppones I. In hac hypotheſi oſcillationum ætherearum ut primum corpus ab oſcillatione deorſum verſus centrum agente vim concipit, momento ſuo vincet reſtitutionem materiæ inferioris. Rurſus ſupponi poteſt infra corpus A oſcillationes minus eſſe validas, ac ſupra illud: hoc ipſo autem directio corporis verſus centrum, adeoque gravitas commode exponi poteſt. *R.* Ex argumento *N.* 179. allato conſtare neceſſitatem, ut quantum virium tribuere poteſt corpori oſcillatio ſuperior ad deſcenſum, tantum auferat reſtitutio materiæ inferioris. Imo nulla ratio eſt, cur non quandoque in corpus grave prior ſit actio materiæ inferioris ſeſe reſtituentis, quam actio materiæ ſuperioris deorſum oſcillantis, cum tot fieri debeant oſcillationes, ſeu vibrationes ſurſum, quot deorſum, ut adeo corpus ſurſum moveri deberet. Quod ſi fortiores ſuppónas oſcillationes corpori decidenti incumbentes, vide, ne admittere debeas minorem quoque gravitatem infra ingentes fornices.

182. Oppones II. Undulationes aquæ in mari, aut fluvio ad littus ejicere poſſunt corpora innatantia: igitur & oſcillationes æthereæ dejicere poterunt corpora verſus centrum commune. *R.* Analogiam undarum in aqua, & oſcillationum in æthere in ordine ad hos effectus præſtandos nullam eſſe exhibebit (*fig. VII. Tab. VIII.*) ſit linea aquæ tranquillæ horizontalis I K, incumbatque ventus in H, ita ut ibi aqua deprimatur, quo facto neceſſe eſt, ut illa ſimul in g attollatur, ſuoque lapſu rurſus cavitatem verſus f efficiat, quia vero à columnis lateralibus iterum attollitur

tollitur, versus E assurget partim in f, partim in d relapsura, qua ratione undarum propagatio fiet versus littus. Cum vero undarum versus littus continuum sit decrementum, eo quod aliquid impetus aquæ ex E in d labentis per cohæsionem, & affrictum amittatur, & quia minor hoc ipso erit impetus ascendentis ex f in E, ex d in C, quam descendentis ex g in f, ex E in d &c. semper tantillo plus aquæ ex g in f, ex E in d, quam ex g versus f, ex E versus f labetur, præsertim si causa undarum sit constans, per quam (succedente fortius aqua ex g in f.) descensus ex E in f aliquantum impeditur, unde necessario fluxus aliquis fit versus littora, quo corpora deferuntur. At vero longe alia ratio est pulsuum æthereorum, quorum inferior sursum tendens tantum impedit descensum gravium, quantum promovet superior deorsum tendens.

183. Oppones III. Vibrationes per pulsum campanarum, aut explosionem tormentorum in aere excitatæ movere possunt nubes eam in partem, versus quam fiunt: igitur & vibrationes æthereæ imprimere possunt corporibus motum versus centrum systematis: tam parum enim descensum gravium impediet restitutio materiæ æthereæ, quam parum restitutio compressi aeris impedit motum, impulsumque nubium. Accedit, quod experientia teste radii solares ope speculi caustici collecti dispellant pulveres antimonii in foco positos, ut adeo a similibus vibrationibus motus gravium oriri possit.

Ante responsum nonnulla ex aliis Physices partibus erunt insinuanda. I. Ope institutorum experimentorum in argumento de sono eum progressum fecisse Physicos, ut sciant determinare latitudinem pulsuum in aere excitatorum, quæ in sono acutiore deprehensa fuit minor, & major in obtusiore (dum eadem est sonorum intensio) id quod è numero pulsuum corporis sonori e. g. chordæ colligi potest. Hinc si constet, quot chorda vibrationes intra 1″ peragat, & ad quot pedes sonus intra idem tempus propagetur, co-

gnita erit ſingulorum pulſuum aereorum diſtantia, ſi numerus pedum, per quos ſonus propagatur, dividatur per numerum vibrationum eodem tempore editarum. Hac ratione inſtitutâ (ut teſtatur *Acad. Pariſ. An.* 1700.) a D. Sauveur experimenta oſtendunt diſtantiam ſoni acutiſſimi eſſe 2 digitorum, & $\frac{14}{100}$, obtuſiſſimi autem pedum 96, & $\frac{36}{100}$. Nam ſonus acutiſſimus intra I conſtat vibrationibus 6400, & graviſſimus $12\frac{1}{2}$: ſpatium vero, ad quod ſonus inter I, propagatur, eſt circiter pedum Londin. 1142. Ex iſthac obſervatione conficitur, imprimis debere re ipſa fieri motum quendam localem aeris, cum notabilis ſit ea diſtantia pulſuum, ſeu locorum, in quibus aer ſucceſſive eſt compreſſus. Deinde in pulſu campanarum majorum, aut exploſione tormentorum eſſe loca quædam notabiliora, in quibus major eſt aeris, quam ordinarius ejusdem ſtatus exigat, raritas.

Notandum II. Experientia rurſus conſtare per pulſum campanarum, aut exploſionem tormentorum imminentes tempeſtates, aut nubes fulminibus graves non amoveri, quando illæ ſunt viciniores, quamquam pellantur ſi ſunt remotiores: ſi enim nubes aeri innatans, ejusdemque fere cum eo ſpecificæ gravitatis, à ventis deferatur eam in partem, ubi pulſus ſunt debiliores, pelli poterit per obſiſtentem aerem ex ſono conſtrictum, condenſatumque. At vero ſi nubes fuerit intra circulos pulſuum, ac vibrationum validiorum, convellitur quaſi, ac rumpitur, eo quod in illa aeris compreſſioris, ac rarioris alternatione pars nubis in loco aeris compreſſi vel attollatur, vel comprimatur, pars autem in loco aeris rarioris vi gravitatis ſuæ decidat, adeoque tempeſtatem exoneret. Deinde nubes aeri innatans cum ipſo agitatur, ſubinde diſpellitur, attenuatur, aut condenſatur. Denique in exploſione tormentorum non ingenti modo ſpatio pulſus diſtant, ſed & aer lateralis vehementer irruit in anteriorem, unde in ipſis locis pulſuum condenſatus redeundo non ſeſe reſtituit, ſed venti inſtar progreditur in anteriora, unde fiet depulſio nubium.

184.

184. Ex quibus omnibus facile intelligi poterit, quid argumento proposito sit opponendum, Nubes non tam pellitur pulsu campanarum (nam nubes viciniores ex dictis non amoventur) quam per ventum, & densitatem pulsuum viam mutantem. Rursus intra circulos pulsuum fortiorum contenta alteratur, & denique fertur ad eam partem, ubi pulsus aerei aut nulli sunt, aut exigui. At vero gravia corpora deberent deorsum moveri per pulsus æthereos, etsi ea sit vis inferiorum, ac superiorum, quod quomodo fieri possit, minime intelligimus. Ad id, quod additum fuit de *dispersis per radios solares pulveribus*, respondendum erit, eam dispersionem partim fieri inde, quia vas incalescens secundum minimas partes tremorem concipit, partim quia inclusus in ipsis pulveribus aer elasticus, & per actionem lucis liberatus incumbentes sibi antimonii partes disjicit, partim quia per radios lucis collectos pulveres lacerantur ex continuatis versus illos pulsibus, & reditu lucis sese restituentis, unde potius dispersio corporum gravium, quam descensus ex analogia pulsuum æthereorum colligi posset.

ARTICULUS V.

Utrum supposita attractione phænomena gravitatis explicari possunt?

185. ANtequam ad propositam quæstionem respondeam, operæ pretium erit systema gravitatis Nevtonianum ex Celeb. Physico *Volff. Krafft Academiar. Petropolit & Berolinens membro* in compendio referre: relatis ille, refutatisque aliorum Au horum hypothesibus ita loquitur *in Prælect. Phys. C. VII:* „Statuunt Nevtoniani gravitatem, seu pondus corporum non esse adventitium motus, aut materiæ „subtilioris effectum, sed primigeniam, ac gene-

„ ralem legem universæ materiæ a Deo impressam, „ quæ solidam ejus materiam penetret, cui soli (non „ vero superficiei) respondeat; neque magis quæri „ debere, cur corpora gravitent, quam cur initio „ moveri cœperint, nullam aliam gravitatis causam „ quærendam esse præter voluntatem Dei, atque hinc „ materiæ omni inhærentem vim activam, cujus ope- „ ratione terrestria omnia nitantur ad centrum ter- „ ræ „. Cujus systematis & leges, & rationes, & difficultates proponit hoc modo:

Leges statuit sequentes *I.* Particulæ omnium corporum ad singulas omnium aliorum corporum particulas gravitant, id est gravitate aliqua reciproca ad se invicem impelluntur. *II.* Mutua hæc gravitas universalis est corporum quo ad locum, & tempus affectio: omnia corpora cujusque texturæ, aut figuræ, seu simplicia sint, seu composita, fluida & firma, magna & parva, mota ac quieta isthac vi sunt prædita. Ubicunque locata sint (seu in terra, seu in Cœlis, luna, planetis, sole) gravitate hac universali gaudent, quæ, ceteris paribus, nullo tempore aut minuitur, aut augetur. *III.* Quantitas hujus gravitatis in distantiis æqualibus quantitati materiæ est proportionalis. E. g. si pes cubicus auri in superficie terræ 1000 libras habet, duo pedes cubici habebunt ibidem 2000; si terra duplo minor foret quo ad quantitatem materiæ, idem pes cubicus auri, qui modo in superficie terræ 1000 lib. pondus habet, 500 duntaxat teneret. *IV.* Eadem hæc gravitas in æqualibus corporibus major, minorque fit pro distantia illorum inter se, ita ut vis ipsius sit *reciproce in duplicata ratione distantiarum*, ut videri potest *in Annot. Clarkii ad Phys. Rohaltii.*

186. Systema hoc ingens pro se momentum habet ex causa triplici *I.* Quia statuta hac gravitatis actione supposito motu proiectili a Deo impresso, planissime sequitur planetas in circulis, vel elipsibus circa solem volvi, exclusis omnibus vorticibus, qui per hypothesin duntaxat assumpti plurimis difficultatibus sunt obnoxii, nec tam juvant ad explicandos

quam

quam perturbandos motus cœleſtes. *II.* In hoc ſyſtemate graviſſima quæſtio de æſtu maris facillime expeditur. *III.* Acutiſſimus Keplerus hanc de gravitate ſententiam calculo ſuo approbavit (*introduct. ad libr. de motibus ſtellæ martis*) ita ut ipſi Hiberni eundem appellent Nevtonianæ Aſtronomiæ parentem. Neque obeſſe poteſt, quod Mechanicæ paſſim opponunt, gravitatis hujus, ſeu attractionis *claram ideam* formari non poſſe : quid enim mirum, ſi ad ea, quæ ſenſibus noſtris obvia non ſunt, hebeſcat acies intellectus humani ? Eſſentia corporum, & principia ita nobis ſunt incognita, ut de iis non niſi a phænomenis, & experimentis quidquam ſtatuere poſſimus. Optime ad rem noſtram verba illius Epicurei defenſoris *apud Tull. L. 1. de Nat. Deor.* ita loquentis : „ in hac immenſitate latitudinum, longitudinum, altitudinum vis
„ innumerabilium volitat atomorum, quæ interjecto
„ inani cohæreſcunt tamen inter ſe, & aliæ alias ap-
„ prehendentes continuantur, ex quo efficiuntur eæ
„ rerum formæ, atque figuræ, quas vos effici poſ-
„ ſe *ſine follibus, & incudibus* non putatis „.

187. Atque ne quidquam hac in re temere agere videamur, leges inprimis attractionis ex phænomenis gravitatis deductas, & à præſtantiſſimis Phyſicis præſertim *Cl. Mac-Laurin* accuratiſſime demonſtratas, ut adeo in dubium minime vocari poſſint, non tam prolixioribus demonſtrationibus ſubjiciemus, quam pro certis, & indubitatis ſupponemus : deinde iſthas leges cum gravitate terreſtri, de qua ſola hoc loco ſermo eſt, conſentire, viciſſimque, ut analyſis comprobet ſyntheſin, ex ea inferri oſtendemus. Igitur cum gravitas corporum terreſtrium non ſit diverſa a gravitate omnium partium, ex ea lege, qua partes minimæ ſunt obſtrictæ, leges illæ erunt inferendæ, quas in corporibus maximis obſervamus, atque hinc præ ceteris deducimus gravitatem eſſe maſſæ proportionalem, atque adeo plus attractionis eſſe in maſſa majore, quam minore. Cum vero ipſa quoque diſtantia attractionem variet, ea lex hoc in negotio erit ſtatuenda,

tuenda,

tuenda, quæ cum phænomenis congruat, eàm vero ſpectata univerſali gravitate ita ſe habere cenſemus, ut attractio partium minimarum relate ad tertiam inter illas collocatam ſit in *reciproca duplicata diſtantiarum*, ſeu ut attractio vicinioris ſit ad attractionem remotioris, ut quadratum diſtantiæ remotioris ad quadratum diſtantiæ vicinioris ab eadem parte attractæ, e. g. ſint duæ particulæ minimæ A, & b (quorum illa diſtet ab alia parte minima C duobus, & hæc tribus pedibus) erit attractio partis A in C ut quadratum de tribus nempe 9. ad quadratum de duobus nempe 4. Ex qua lege deductas leges particulares ſequentes pro demonſtratis teneto. I. Quævis pars minima, in centro alicujus ſphæræ homogeneæ ſaltem in æqualibus à centro diſtantiis undique æqualiter trahitur. II. Pars quævis minima poſita intra ſphæram homogeneam extra ejusdem centrum tanto plus trahetur verſus centrum, quanto magis ab eo diſtat, adeoque pars in ſuperficie ſphæræ poſita maxime trahetur in centrum. III. Pars extra ſphæram ſaltem in æqualibus à centro diſtantiis homogeneam collocata trahitur in centrum ſphæræ in ratione reciproca duplicata diſtantiarum a centro ejusdem. Sit igitur:

188. *Propoſitio unica* Si lex attractionis univerſalis ſtatuatur in ratione reciproca duplicata diſtantiarum, & directa ſimplici maſſarum, phænomena gravitatis rite exponuntur. Ad hanc propoſ. declarandam opus erit oſtendere phænomena gravitatis cum lege aſſumpta congruere, viciſſimque ex hac lege inferri, id quod ita conficimus: præcipua phænomena gravium ſunt niſus, aut motus eorundem ad centrum telluris, proportio ponderis cum maſſa, motus ad ſenſum uniformis acceleratio: atqui hæc congruunt cum lege aſſumpta, ut ſeorſum oſtendam.

Ac primo quidem gravia omnia tendere ſenſibiliter linea recta ad centrum telluris, immediate ex lege aſſumpta ſequitur: cum enim tellus ad ſenſum ſit ſphærica, ita trahit, ac ſi omnis ejus materia in centro foret collecta. Deinde pondus proportionale

eſſe

esse massæ inde sequitur, quia cum vis gravitatis agat in internam corporum substantiam æque, ac in externam, non superficiei: sed quantati materiæ erit proportionalis, ita ut quo plures sunt corporis partes, eo major sit gravitas: nempe omnes partes minimæ corporum in eadem à trahente distantia eodem modo trahi debent, ut adeo data attractione unius partis minimæ, datoque numero partium corpus componentium gravitas totius corporis innotescat, sitque vis gravitatis ut numerus partium totius massæ. Ex quo sequitur gravitatem multiplicatam in numerum partium O componentium constituere pondus corporis, ubi tamen supponi debet eas partes esse æquales, ut fortasse sunt minima corpuscula: si enim inæquales illæ partes fuerint, ex earum numero corporis pondus non habetur, cum majoribus major sit gravitas, ut minoribus minor. Ex quibus rursus concluditur, vim gravitatis non esse *mechanicam*. Nam si fluidum premens externum foret, sequeretur pr-ssio magnitudinem superficierum, & non materiæ copiam, proinde aucta superficie cresceret, quod nunquam est observatum.

Ex qua rursus lege assumpta (vi cujus nempe corpora trahuntur in ratione reciproca duplicata distantiæ a centro terræ) sequitur, differentiam gravitatis in altitudinibus diversis, in quibus experimenta capiuntur, esse tam exiguam, ut relate ad semidiametrum terræ insensibilis & fere nulla haberi possit, quo dato rursus attractio corporum erit, ut numerus partium, atque adeo gravitas corporis A erit ad gravitatem corporis B, ut massa illius ad massam hujus corporis, consequenter gravitas corporum erit proportionalis massæ.

Neque etiam difficile fuerit causa motus gravium accelerati secundum seriem numerorum imparium inde deducere. Primo enim, ut paucis rem complectamur, illud evidens est, motum motui additum efficere celeritatem, eamque tanto majorem, quanto motus additio major est, ac frequentior, itemque mu-

tationem

tationem motus esse proportionalem vi motrici *per legem Newtoni. II.* Cum igitur causa gravitatis continuata actione indesinenter agat, & singulis momentis novam, æqualemque vim prioribus superaddat, erunt motus corporis dati à gravitate acquisiti, ut partes temporis ab initio elapsæ (demonstrante Keilio *Introduct.* p. 122.) Jam vero cum motus integri quantitatem æstimare possimus, si vires ducantur in tempus, cuilibet facile perspicuum erit, O descendens uno, & primo tempore (ubi unam vim attractionis sustinuit) habere unam partem motus, binis momentis, quando duas actiones sustinuit habere 4 partes motus, tribus, ubi tres attractionum actiones sustinuit, possidere 9 partes motus, quatuor momentis, ubi quarta accessit actio, 16 partes motus, & sic porro, ductis nempe gravitatis actionibus in tempus. Adeoque si hisce partibus motus primo momento absolvat unam hexapedam, binis momentis peragrabit 4, ternis 9, quaternis 16, ita ut spatia percursa collectim sumpta sint ut quadrata, & tempora itidem collectim accepta ut eorundem radices. Scilicet si tempora accipiantur ut 1. 2. 3. 4. 5. spatia hisce temporibus decursa (ab initio motus computando) erunt ut 1. 4. 9. 16. 25.

Jam vero cum spatium primo tempore decursum sit ut 1, secundo ut 4, collectim nempe sumptis spatiis & temporibus, erit spatium secundo momento seorsim percursum ut 3 &c. adeoque corpus descendens temporibus æqualibus, si singula seorsum sumantur, describit spatia inæqualia ut 1. 3. 5. 7. &c. *ex dictis N.* 104. Id quod fieri nequit, nisi motus uniformiter acceleretur, hoc est, nisi quovis tempusculo æquali æquale celeritatis augmentum obtineatur, ut adeo assumenda sit lex ejusmodi, qua supposita vis accelerātrix agat æqualiter semper in iis spatiis, in quibus isthæc phænomena observantur. Ex quibus omnibus & in hoc, & in prioribus Art. allatis sequitur, gravitatem oriri ex mutua corporum attractione, seu actione cujusdám principii, vi cujus corpora ad se mutuo

acce-

accedunt, illud vero principium non operari ut fluidum quoddam juxta leges mechanicas hactenus notas, & ex vi inertiæ pendentes, quamquam per phænomena hucusque detegi non potuerit: cum autem eo prorsus modo, ac si corporibus inhæreret, agat, in ordine ad explicanda phænomena ita deinceps de eo loquemur, quasi universalis foret corporum proprietas. Quæ generatim contra assertionem nostram opponi possunt, *dissertatione I. phys. a N.* 86. sunt dissoluta, ut adeo hoc loco reliquis objectis sit satisfaciendum.

189. *Oppones I.* Corpora gravia inæquali celeritate decidere plurimis experimentis in luce constituerunt Physici, ex pluribus tentamen adfero Cl. Desaguliers, quod tum ob singularem altitudinem turris Londinensis (unde corpora erant demissa, tum etiam ob testimonium Cl. Nevt. Halleii, Jurini, aliorumque reliquis præstat, Observatum igitur est variis corporibus ex altitudine 272 pedum demissis globos duos (quorum diametri erant $5\frac{1}{2}$ dig. & alter appendebat 2610 grana, alter $137\frac{1}{2}$) tempora admodum diversa ex data altitudine decidendo insumpsisse, ita ut qui plus appendebat, finierit lapsum intra $6\frac{1}{2}$, alter fere intra 19. Ex quo sic arguitur: datis legibus attractionis æqualis deberet esse celeritas omnium corporum: nam cum celeritas pendeat ex quantitate attractionis, hæc vero in æquali (vel absolute, vel quam proxime) à centro terræ distantia in minimas, æqualesque particulas sit æqualis, singulæ partes eodem modo ad motum sollicitabuntur, seu actiones momentaneæ, quas *sollicitationes* dicimus, erunt æquales, ut adeo sicut si partes forent dissolutæ, æqualiter moverentur e. g. eadem celeritate unica auri particula, qua centum earum, ita si partes solide alicujus plumulæ accipiantur cum particulis auri, eodem etiam modo ferri debeant singulæ ejus partes, sicque tota plumula eadem celeritate cum toto aliquo nummo aureo cadere debeat, quo supposito inæqualis gravium descensus experimentis stabilitus salvari non potest.

R. Cor-

R. Corpora quidem gravia inæquali celeritate decidere *in medio resistente*, non quidem ob majorem gravitatem absolutam, sed propter resistentiam medii e. g. aeris. Primum inde patet, quia ex allato Desagulierii experimento nulla advertitur proportio inter differentiam celeritatis, & differentiam ponderum; seu celeritas non est proportionalis massis: globi enim illi quo ad pondus se habent in ratione 19 ad 1, & tamen mediis, aliisque adjunctis æqualibus globus ponderosior non cadit 19es citius, quam alter, aliquin pro 6 non nisi I insumere deberet, unde jam olim Galilæus statuit, eandem prorsus ad centrum tendentiam inesse omnibus corporibus, lapsus tamen diversitatem oriri ex resistentia medii. Id quod ostenditur experimentis à Cl. Nevt. primum institutis, dein ab aliis feliciter repetitis (V. Musschenbroek *Comment. in tent. florent. P. II.*) quibus palam fit, corpora inæqualia in vacuo æqualiter decidere. Ut hoc tentamen fiat, imponitur machinæ pneumaticæ tubus vitreus 6. pedes longus, cujus diameter sit $2\frac{1}{2}$ poll. ex hoc aer probe extrahitur, tum à superiore parte ope cujusdam machinæ demittuntur diversa corpora, ita ut bina eodem tempore decidant, quæ sint voluminis ejusdem, diversi tamen ponderis e. g. frustulum plumbi, & plumulæ, particulæ cupri, & segmentum chartæ &c. singulorum casus ita fit eodem tempore, ut nulla sensibilis diversitas impensi in lapsum temporis observetur, etsi dum tubus aere plenus permittitur, celerius ea decidant, quæ plus ponderis habent. Neque obest, gravia aliqua, etsi diversi ponderis, in aere libero per spatia satis magna sine notabili celeritatis discrimine decidere: sic globus plumbeus, ferreus, marmoreus &c. etsi variæ molis, & ponderis cum iteratis vicibus ex altitudine 42 pedum deciderent, subjectum asserem ita feriebant, ut nec oculus, nec auris per sonum editum ullum celeritatis discrimen notare potuerit. Nam relate ad hæc corpora, satis gravia, resistentia aeris contemnendæ est parvitatis.

190. Op-

190. Oppones II. Inter præcipua gravitatis phænomena censemus, *pondus esse proportionatum massæ*, adeoque illud O descendere citius in aere libero, quod majoris est massæ: atqui ex datis attractionis legibus sequeretur, O eo cadere celerius, quo minoris est massæ. Nam corpus massæ minoris resistere minus attractioni terræ per vim suam *inertiæ* majori respondentem: igitur attraheretur, moveretur que facilius. Sicut enim O quiescens minoris massæ minus resistit impulsui incurrentis, ita & minus resistet attractioni, quæ æquivalet impulsui.

R. Etsi quo minus est O, eo minus resistat attractioni terræ per vim inertiæ, tamen attractio quoque hujus corporis in terram eo minor foret, quia proportionalis massæ, ut adeo ob æqualem actionem, ac reactionem, tanto quoque minor sit attractio terræ in corpus. Nam omnia corpora in æquali à terra distantia attrahuntur in ratione massæ, adeoque etiam vis acceleratrix in omnibus est eadem, celeritasque æqualis. Hinc id, quod de *impulsibus* additum est, nullum pondus habet: quo minus est corpus, eo quidem minus resistit proportionaliter *æqualibus* impulsibus, non autem impulsibus ea proportione *minoribus*, qua minus est corpus: cur ita? quia impulsus est massæ impulsui proportionalis, ut adeo eandem ad massam corporis proportionem habeat attractio impulsui æquivalens.

191. Oppones III. data mutua corporum attractione sequeretur I. Corpora leviora e. g. plumulam prope ingens ædificium, aut turrim demissam debere potius attrahi à turri, quam terra. II. Discrimen gravitatis observandum fore in locis altioribus, cum ibi major sit distantia à centro telluris. III. Cum inter lunam quoque ac terram mutua detur attractio, ad præsentiam lunæ gravitatem terrestrium corporum esse minorem. IV. Omnia corpora debere assumere figuram sphæricam (ut globi totales, & guttæ fluidorum assumunt) ob rationem eandem nempe æquilibrium:

atqui

atqui hæc omnia repugnant experientiæ, ut adeo leges gravitatis cum phænomenis non congruant.

Ad primum R. Hujusmodi objectiones jam prævertiſſe ipſum Nevtonum *L. III. princip. prop. VII.* his verbis: ,, Si quis objiciat, quod corpora omnia, quæ ,, apud nos ſunt, hac lege gravitare deberent in ſe ,, mutuo, cum tamen ejusmodi gravitas neutiquam ,, ſentiatur, reſpondeo, quod in hæc corpora gravitas ,, cum ſit ad gravitatem in terram totam, ut ſunt hæc ,, corpora ad terram, longe minor eſt quam quæ ſentiri poſſit ,, ut adeo majora etiam, quæ in terra concipi poſſunt, corpora haud magnos effectus præſtare poſſint, prout oſtendet (*fig. VIII. Tab. VIII.*) ſit tellus E M N R ſphærica, ac homogenea, centrum ejusdem C. corpus ubicunque poſitum e. g. in b dirigetur perpendiculariter (ſublato omni obſtaculo) ad ſuperficiem terræ per ractam b E c. in ipſa telluris ſuperficie addatur ſphæra T telluri homogenea 3 milliar. ſeu leucæ unius marinæ diametro deſcripta, quam tangat recta b E c. Deſignet E c vim gravitatis in ipſa ſuperficie terræ & deſignabit T b gravitatem in ipſa ſuperficie ſphæræ T, gravitas in E in tellurem erit ad gravitatem in b in eandem ut $b\,c^2$ ad $E\,c^2$. Igitur ponendo $b\,c^2$ ad $E\,c^2$ ut E c ad b d recta b d exhibebit gravitatem in terram in loco b, ac proinde completo rectangulo T b d A gravitatis directio erit per diagonalem b A. jam in triangulo rectangulo b A d eſt b d ad A d, ut radius ad tangentem anguli d b A. Quoniam vero ſemidiameter telluris mediocris fere eſt 1145 leucarum marinarum (quarum 20 gradum complent) poni etiam poteſt recta b d æqualis E c, ideoque erit ad T b, ſeu b d ad A d ut 2290 ad 1, unde prodit angulus A b d min. 1mi cum dimidio. Quod ſi igitur loco ſphæræ T ſupponatur mons aliquis cujusque figuræ, cujus attractio ſupponatur æquivalere attractioni ſphæræ, pendulum ad radicem hujus montis attractum deviabit à per-

pendi-

pendiculo magis, quam intervallo unius minuti primi, quæ tamen deviatio minor fiet, si pendulum in partes contrarias ab aliis circumpositis montibus trahitur, si densitas partium terræ internarum major est, quam densitas partium montis, ut adeo perturbationes illæ vix futuræ sint sensibiles nisi in montibus maximis, quale phænomenon recenset Dom. de Maupertuis *élémens de Géographie Art. XV.* hunc in modum: illud, quod intendebat Nevtonus, confirmatum jam videtur observationibus institutis à D. Bouguer uno illorum Academicorum, qui sub æquatorem sunt missi. Hic cum esset in vicinia vastissimi montis, *Chimbo aco* dicti, plurimis experimentis detexit, esse re ipsa deflexionem aliquam perpendiculi sui è quadrante astronomico penduli versus illum montem, unde certe magnum sententiæ Nevtonianæ pondus accedit: nam cum corpora ad sese mutuo gravitent, necesse est, ut pendulum in valle ad latus montis aliquantum gravitate dirigatur, flectaturque ex recta ad horizontem perpendiculari.

Ad alterum respondemus. discrimen gravitatis observandum duntaxat fore pro notabili altitudine alicujus montis. En rursus observationem a Musschenbroekio his verbis relatam: ,, Celeb. Condamine (*in descript. itin. ad fluvium Amazon.*) observa-,, vit in urbe Quito pendulum aliquod tempore 24 ,, hor oscillationes 98740 absolvisse; cum eo ascen-,, dit montem 750 hexapedas altum, ubi pari tem-,, pore absolvit 98720, dein in ripa fluminis Ama-,, zonum in vico Para idem pendulum peregit oscil-,, lationes 98770, ex quibus perspicuum est gravita-,, tem augeri in locis terræ demissioribus, minui in editioribus. Verum de hoc fusius, ubi de *figura telluris* agemus.

Ad III. Sentimus cum Nevtono (*L. III Princ. Prop. XVIII. Coroll. II.*) vires lunæ sensibiles esse duntaxat ad efficiendum fluxum maris (de quo suo loco) non item in experimentis pendulorum, aut staticis, aut hydrostaticis. Cujus asserti ut generalem quan-

dam

dam ideam concipias, ea adfero, quæ de hoc argumento & doctissimi Commentatores P. P. le Seur, & Jacquier, & sæpius laud. Eulerus ab iis cit. habent: „ Hæ quidem vires ad mare movendum sufficiunt, „ sed alios effectus sensibiles producere non possunt. „ Etenim granum unum cum pondere granorum 4000 „ etiam accuratissima libra comparatum sentiri vix potest, vis autem solaris est ad vim gravitatis ut 1 „ ad 12868200, summaque virium solis, & lunæ est „ ad eandem vim gravitatis ut 1 ad 2032890. Unde „ patet vires illas, licet conjunctas, esse longe minores, quam ut pondus corporis cujusvis in libra „ appensi sensibiliter augere, vel minuere possint. „ Hinc nec in experimentis pendulorum, & barometri, nec in staticis, aut hydrostaticis sensibiles edent „ effectus. Idem demonstravit Eulerus in *dissert. de fluxu maris* §. XXX. Ubi ostendit differentiam in oscillationibus pendulorum (quando per attractiones solis, & lunæ gravitas maxime vel augetur vel minuitur) eam duntaxat esse possibilem, quæ intercedit inter numeros 4666666. & 4666667. quod certe discrimen sensibilibus experimentis non est obnoxium.

Ad IV. deinque objectionem respondeo, omnia corpora ideo non debere assumere figuram sphæricam, quia vel attractiones externæ intercurrunt, vel corpora jam obtinuerunt statum soliditatis. Nam si supponas minimas materiæ particulas figura satis apta, & lubrica, nec prorsus contiguas à Deo creari, ita ut nullæ attractiones externæ intercurrant, certe in sphæram abibunt. At vero alia figura erit, si mutuæ attractiones in alias partes extrinsece deturbentur. Alia rursus figura erit, si moleculæ primigeniæ non supponantur figura lubrica esse præditæ; cohærebunt nempe, qua sese primum contingunt. Jam vero plerasque rerum compositarum moleculas certis figuris instructas esse initio creationis, diximus *dissert. I. phys.* Inquies ex hactenus dictis fore, ut nullum O alteri cohærere possit, cum attractiones aliorum corporum relate ad terram fiant *insensibiles*. R. Quod dictum

est

eſt de pendulis, intelligendum eſſe de attractione univerſali juxta leges generales vel proprie, vel pro circumſtantias agente, non item de attractionibus particularibus, aut univerſali (ſi tamen ea in alia etiam phænomena influat) a circumſtantiis determinatis ad leges ſpeciales determinata, cum per phæn. nondum ſit definitum, quæ dentur, aut juxta quas leges agant attractiones, ut dictum eſt N. 85.

192. Opponunt IV. Argumenta varia, quæ quidem refutationis uberiore tractatione indigna videntur, quia tamen in præconceptis nonnullorum opinionibus fundantur, idcirco non prætereunda cenſemus. Ac primo quidem mirum quibusdam videtur, attractionem corporum totalium ſeſe extendere ad immenſa fere ſpatia cœleſtia, ita ut variata duntaxat diſtantia actio ejusdem immutetur. Cum enim diſtantia ſit mera loci relatio, nec quidquam activi contineat, vi cujus illud, quod actionem ſuam mutat, determinetur, intelligi non poteſt, quomodo mutatio quædam per ſolam diſtantiam inducatur. Deinde quid vetat (ita loqui ſolent veteres Scholaſtici) quo minus dicatur gravitas corporibus intrinſeca? Denique ſi gravitas eſt extrinſeca, aget per impulſum alicujus principii ignoti, ſicut attractionis principium à nobis non determinatur.

Ut ab iſtis inanibus objectionum ambagibus nos expediamus, ſcias præ ceteris velim, mirum quidem eſſe, phænomenis tamen congruum, quomodo gravitas agat ad immenſa fere ſpatia: quod ſi illud pro re fictitia habes, quod noſtro concipiendi modo minus eſt accommodatum, cave ne omnem ſcientiam naturalem evertas, ut dixi N. 86. Multa ſunt vilia vulgi oculis, quæ tamen modo admirationis plurimum habent, ſi ſpectentur oculis Philoſophicis: igitur nihil vetat, quo minus ex phænomenis talis proprietas aſſumatur, donec genuinum attractionis principium detegatur. Erit quidem diſtantia corporum non principium effectivum acceſſus mutui, ſed occaſio duntaxat. Ab opinione illorum, qui dicunt gravitatem

esse *qualitatem intrinsecam*, plurimum abhorremus. Inprimis enim supponunt principium internum gravitatis, quin ostendant eandem haberi non posse per principium lege nobis ignota agens. Deinde minime advertunt ad leges *gravitatis universalis*, per quas corpora omnia tendunt ad conjunctionem mutuam in *ratione reciproca distantiarum & directa massarum*, ita ut terra in lunam, hæc in terram in solem, sol in utramque, & in omnes alios planetas, hi item vicissim in omnes alios, & solem gravitent, ut præteream alia contra hypothesin veterem Peripateticorum multum pugnantia. Denique qui dicunt phænomena gravitatis oriri per impulsum principii cujusdam ignoti, causam suam desperatam faciunt, cum à viribus ordinariis recurrere cogantur ad vires extraordinarias, quo ipso nobis minime sunt contrarii. His controversiis utiliora quædam subjungamus.

193. I. Accelerationem motus gravium ostenderunt Physici plurimis experimentis: nonnulla rursus recensebo. Gravesandius adhibuit libram, cujus uni brachio affixum erat pondus in funiculo modo breviore, modo longiore, & alteri brachio appensa erat lanx ponderibus onusta, quo facto compertum fuit, quod si globus ex altitudine unius pedis in funiculo demissus elevavit libr. unam in opposita lance positam, libras elevet duas demissus ex altitudine 4 pedum, 3 ex altitudine 9 pedum, & sic porro. Addo experimentum Noleti (*fig. IX.*) exhibitum. Cistellæ A b, cui scrinium aliquod terra molli plenum est insertum, imponuntur 2 columnæ cylindricæ altatæ $5\frac{1}{2}$ pedes, divisæque in digitos A c, & b d. Cylindris insertus est asserculus mobilis transversus E f, qui in ea, qua placet, altitudine figi potest. In medio transversi hujus asserculi fit foramen, in quo ope elaterii g retinetur globus eburneus *diamet. I. dig.* Globus H priori quo ad diametrum respondens ex filo pendet media distantia inter cistellam & asserculum, filumque ita disponitur, ut eodem tempore, quo cadit globus g. etiam alter decidat. Globis laxatis globus

H longe

H longe citius terram mollem attingit, quam globus g. veſtigiumque non tam profundum, quam alter, relinquit. Extracto non nihil ſcrinio elevatur planum transverſum ad altitudinem pedis, unde demittitur globus cupreus 3 uncias appendens, dein elevatur aſſer ad 3 pedes, demittiturque in ſpatium argillæ indemne globus cupreus cavus ejusdem cum priore diamet. nec amplius quam unciam appendens, & ubi impreſſæ argillæ veſtigia fuerint collata, deprehenduntur æqualia. Ex prima experimenti parte perſpicuum eſt, cum maſſæ utriusque globi ſint æquales, relicta tamen veſtigia inæqualia, hanc inæqualitatem non poſſe adſcribi niſi celeritati, ſeu motui accelerato. Ex altera experimenti parte id amplius patet: nam globus unius unciæ tam altam excavat foſſulam, quam globus trium unciarum, quia illius caſus altitudo 3plo eſt major. Denique accuratiſſimis obſervationibus in Obſervatorio Pariſino inſtitutis compertum eſt, quod intra 1 unam hexapedam emenſum eſt, altero percurriſſe 3, tertio 5 &c. facilius id obſervatur in plano inclinato e. g. ad $22\frac{1}{2}°$, quemadmodum Noletus ſuas chordas inſtruxit metallinas, cum lapſui illi verticali admodum præcipiti facile error obrepere poſſit.

194. II. Gravitatem eſſe univerſalem omnium corporum proprietatem Phyſicis modo certum eſt contra veteres ſcholaſticos. Exhalationes ſubtiliſſimas graves eſſe, earundem ad bilancem pondus oſtendit: nam plantæ recens ex terra extractæ, recentesque item flores, ſi ad libram appendantur poſt, modicum tempus ponderis nonnihil amittunt exhalantibus jugiter particulis, quo ipſo tentamine Santorio, Keillio, Corterio innotuit pondus exhalationum ex corporibus hominum, brutorumque prodeuntium. Si vas aqua plenum ad libram appendatur, præſertim tempeſtate calida, quod ejus pondus deprehenditur veſpere, minus eſt, quam quod mane ob diſceſſum vaporum gravium. Aerem quoque gravem eſſe vel inſpectio barometri oſtendit præter argumenta alia loco ſuo adferenda.

De gravitate ignis nullum modo optimis Philoſophis eſt dubium poſt experimenta Cl. Boyley. Itaque ex hypotheſi tantum commenti ſunt Carteſiani, & Leibnitiani materiam ſubtilem non gravem, quam à generali corporum gravitate exemptam nulla obſervatione, experimento nullo oſtenderunt. Verum non ſolum terreſtribus corporibus convenit gravitas, ejus vis per vaſta etiam cœlorum ſpatia diffunditur, eaque ratione, qua terreſtria corpora ad terram urgentur, & planetæ primarii ad ſolem tendunt, & ſecundarii ad ſuos primarios, ut ex obſervationibus, & calculo mathemathico collegit Nevtonus, quod innuiſſe modo ſufficiat.

195. III. Partes corporis omnes etiam internæ augent pondus ipſius, unde bene advertendum, quomodo pondus differat à gravitate. Jllud igitur eſt vis gravitatis multiplicata per numerum punctorum, ex quibus O conſtat, ſeu eſt magnitudo quædam determinata gravitatis, unde patet diſcrimen inter pondus, & gravitatem, quæ eſt illius cauſa. Sit punctum corporis ultimum a, & vis gravitatis g, in hoc jam puncto ultimo erit ipſius pondus idem cum gravitate, aut pondus ipſius = g. Compoſitum deinde ſit O b ex 100 ejusmodi punctis a, hujus pondus erit vis gravitatis centies ſumpta, aut 100 g: eſt enim in ſingulis elementis materiæ vis gravitatis ſimplex, ſibi ubique æqualis, adeoque pro unitate corporum ponderoſorum aſſumenda. Sit aliud corpus c, quod continet 1000 ejusmodi elementa, erit igitur hujus pondus vis gravitatis 1000es ſumpta, aut 1000 g, conſequenter erit pondus b ad pondus c = 100 g : 1000 g = 100 a : 1000 a, quæ ſunt quantitates materiæ utriusque corporis, hoc eſt, maſſæ. Hinc igitur dicimus pondera maſſis eſſe proportionalia. Porro cum non ſciamus ullius corporis partium minimarum numerum, nec habeatur ullum O abſolute denſum, nunquam abſolute dicere poſſumus, quantum materiæ contineatur in ullo corpore, ſed tantum reſpective ad alia; ſi enim duo corpora æqualis voluminis accipian-

cipiantur, unumque sit duplo gravius altero, patet duplum quoque massæ in uno esse, simplum in altero, quam gravitatem respectivam dicimus propriam, seu *specificam*. Hoc sensu aurum est gravius plumbo, plumbum argento, hoc gravius ferro, aqua gravior vino, vinum oleo, & spiritu vini &c. hoc est frustum auri determinatæ molis est gravius frusto plumbi, argenti, ferri ejusdem voluminis, mensura aquæ est gravior mensura vini &c. Hanc respectivam corporum quorundam gravitatem accurate, quantum fieri potuit, & diversa quidem methodo pervestigârunt Physici, ac inter metalla, & alia quædam corpora sequentem quam proxime proportionem detexit Petitus:

Aurum	ut	100
Mercurius		$71\frac{1}{2}$
Saturnus		$60\frac{1}{2}$
Argentum		$54\frac{1}{2}$
Cuprum		$47\frac{1}{2}$
Orichalcum		45
Ferrum		42
Stanum commune		39
Stannum purum		$38\frac{1}{4}$
Magnes		26
Marmor		21
Lapis		14
Sulphur		$12\frac{1}{2}$
Crystallus		$12\frac{1}{3}$
Aqua		$5\frac{1}{3}$
Vinum		$5\frac{1}{4}$
Cera		5
Oleum commune		$4\frac{3}{4}$

Quæ proportio parum diversa est ab ea, quam indefessus naturæ scrutator Sanquerdius solicitiore inquisitione deprehendit, quando primo diversorum metallo-

tallorum frusta magnitudine molis æqualia in aere, elaborata exacte trutina, ponderavit, deinde minora eorundem metallorum frusta mole æqualia simili ratione ad libram expendit: denique ex decremento gravitatis, quod certis in aere æquiponderantibus metallorum frustis in aquam demersis in quovis accurate notavit, respectivam cujusque gravitatem computavit. Ita enim sequentem proportionem invenit:

I.

Aurum	- -	100
Plumbum	- -	$59\frac{1}{10}$
Argentum	- -	$54\frac{3}{4}$
Cuprum	- -	46
Aes Cal. seu orichalcum		$44\frac{3}{8}$
Ferrum	- -	$41\frac{7}{8}$
Stannum Anglic.	-	$37\frac{15}{16}$

II.

Aurum	- -	100
Plumbum	- -	$59\frac{434}{474}$
Argentum	- -	$54\frac{104}{474}$
Cuprum	- -	$45\frac{1}{3}$
Ales Calam.	- -	$44\frac{1}{10}$
Ferrum	- -	41
Stannnm malabaricum		$38\frac{1}{5}$
Angl.	- -	38

III.

Aurum	- -	100
Plumbum	- -	$59\frac{1}{5}$
Argentum	- -	$54\frac{2}{5}$
Cuprum	- -	$45\frac{1}{2}$
Aes Calam.	- -	$44\frac{2}{3}$
Ferrum	- -	$41\frac{1}{7}$
Stannum Angl.	-	$38\frac{2}{2}$

Ab hac experientia aliorum Celebr. Virorum observationes non multum differunt. Sic auri ad aquæ pondus esse ut 18 ad 1, plumbi ut 11 ad 1 observavit *Mariottus de motu aquar.* Mercurii ut $13\frac{6}{165}$ *Vossius.* Aquæ ad aeris pondus esse ut $970\frac{53}{77}$ ad 1 evincere voluit *Burcherus de Volder de gravitate aeris. Cl. Hauksbee* Anglus illud esse contendit ut 895 ad 1 *in experiment. Phys. Mech. Lond. An.* 1709. *Nevtonus* supponit idem esse ut 870 ad 1. *Halleyus* hanc proportionem (*V. Diar. Erudit. Angl.*) deprehendit ut 800 ad 1. Neque minor esse debet dissensio ista, cum tam aeris, quam aquæ status diversis temporibus in diversis locis sint diversi, nec desint impedimenta alia exactissimam ejusmodi observationum rationem interturbantia. Certe cum diversis temporibus (æstivo, hiemali &c.) corporum præprimis fluidorum raritas, ac densitas variet, mirum non est, si diversam etiam illis temporibus habeant gravitatem specificam, æstate minorem, hieme majorem, ut ejusmodi observationes accuratas habet Hombergius. (*Memoir. de L'Acad. Roy. An.* 1693) qui deprehendit inclusum globo aerem fere altero tanto graviorem esse hieme, cum frigus est acerrimum, quam æstate in magno æstu. Ceterum accuratam de gravitatibus specificis tabulam alii exhibent ex Cl. Mufschenbroek, quam videre apud Laud. Authorem poteris.

ARTICULUS VI.

Explicantur reliqui motus ex gravitate pendetes, nempe motus corporum per plana inclinata, & oscillationes pendulorum.

196. MOtus hi in Rubrica allati ejusmodi sunt, in quibus præter *gravitatem* potentia quædam alia vim suam exerit, quique etsi ex iis, quæ generatim

ratim de motu compoſito diximus, colligi poſſit, ſpecialiter tamen videntur exponendi ob utilitates varias in Mechanicam, totamque Phyſicam experim. inde promanantes; prius tamen notiones, ac definitones neceſſariæ erunt præmittendæ.

I. Planum inclinatum dicitur, quod cum plano horizontali, cui inſiſtit, angulos inæquales conſtituit. Tale eſt planum A b (*fig. X. Tab. VIII.*) ſi recta E c eſt horizontalis. Nam inæquales ſunt anguli, quos efficiunt plana in puncto B. *II. Angulus elevationis*, ſeu inclinationis plane inclinati eſt ille, quem planum ipſum efficit cum plano horizontali ad partem inclinatam ut *cit. fig.* eſt angulus A B C. *III. Altitudo* plani inclinati eſt recta perpendicularis ducta ex puncto extremo longitudinis ipſius plani in planum horizontale, cui illud oblique incumbit: ut ſi londitudo plani inclin. eſt recta A b, & planum horiz. recta B c, tunc recta A c plano B c ad perpendiculū incumbens erit altitudo plani inclinati A b. Ex quo ſequitur: ſi longitudo plani inclinati ſumatur pro ſinu toto, ſive anguli recti, altitudo plani eſt ſinus anguli inclinationis, ſeu elevationis ipſius plani. Centro enim b, intervallo B A, deſcripto arcu circuli A f evidens eſt rectam, ſeu altitudinem A C plani inclin. (cujus longitudo, ſeu recta A B ſinum totum repræſentat) eſſe ſinum anguli A b C, qui eſt angulus inclinationis ipſius plani A B. *IV. Pendulum* dicitur O filo ex immobili puncto ſuſpenſum, circa quod liberrime moveri poteſt. Tale eſt (*fig. XI.*) pondus C filo A C ex puncto A ſuſpenſum, & circa illud mobile. *V. Longitudo* penduli eſt diſtantia ponderis à puncto ſuſpenſpenſionis: ſic linea A C eſt longitudo penduli. *Perpendicularis* penduli eſt recta linea ducta ex puncto ſuſpenſionis, in planum horizontale, eique ad perpendiculum incumbens, ut eſt linea A c, ſi recta E f, cui perpendiculariter incumbit, pro horizontali habeatur. *VI.* Oſcillatio, ſeu *Vibratio* penduli dicitur motus, quo pendulum à perpendiculari remotum, ſibique relictum ad eam redit & ultra ipſam ſua velut

ſponte

ſponte excurrit. Talis eſt motus, quo pendulum C elevatum in b deſcendit in C, atque in d aſcendit. *Semivibratio* eſt vel ſolus penduli acceſſus ad perpendicularem, vel ſolus ejusdem ab ea receſſus. Ex quo vides pendulum ita moveri, ut circa punctum ſuſpenſionis velut centrum ſingulis ſuis oſcillationibus *arcum circuli* deſcribat. Id quod perſpicuum erit, ſi perpendatur pendulum A c in b adductum ita deorſum labi, ut ſingulis momentis duplex ſit vis, & duplex determinatio, quibus ad motum ſollicitatur: urgetur enim a gravitate, ut ſecundum perpendicularem b E deorſum tendat, ſimulque verſus immobile punctum A ſecundum directionem b A a filo trahitur. Dato ergo vim, & directionem gravitatis exprimi recta B M, & vim alteram deſignari recta B b, evidens eſt completo parallelogrammo B m n b neceſſario futurum, ut primo tempore per diagonalem B n moveatur. Id ipſum accidit, cum ex puncto n recedere nititur. Igitur ita movebitur, ut lineam intus cavam ex infinitis lineolis à puncto A æque diſtantibus, nempe lineam b n c circuli arcum, motu ſuo deſcribat. Sit igitur.

197. *Propositio* I. Momentum corporis gravis ſuper planum incl. eſt ad momentum ejus in longitudinem. Sit (*fig. cit. X.*) planum inclinatum A B. cujus altitudo ſit recta A C. ſuper hoc ſit O ſphæricum D, quod planum tangat in puncto a. Dico momentum, quod habet corpus D ſuper illud planum exiſtens, eſſe ad momentum, quod illud habet libere in aere pendere, ut eſt altitudo A c ipſius plani ad illius longitudinem A B. *Probatur*: a centro è corporis D ducatur tum recta e a ad punctum contactus a plano A B perpendicularis, tum recta e b horizonti perpendicularis, ac proinde altitudini A C plani parallela, & compleatur parallelogrammum rectangulum e n b a. Quoniam igitur O premit planum A B ſecundum directionem e a, & nititur moveri deorſum ſuper illud directione e n, *momentum*, quod habet corpus D libere in aere pendens, concipi poteſt

test velut compositum ex *vi*, qua corpus deorsum moveri nititur, & ex *vi*, qua illud premit, cum tam pressio plani, quam nisus, quo conatur O super illud moveri, ex *una vi gravitatis* oriatur, eaque tota in his effectibus insumatur.

Facta igitur hypothesi, ut recta e b horizonti perpendicularis exprimat momentum corporis in aere libere pendentis, latus e n dicti parallelogrammi exprimet *momentum*, quo corpus super planum A B nititur deorsum tendere, & latus e a designabit *momentum*, quo planum ipsum premit, eritque propterea *momentum* corporis D super inclinatum planum A B existentis ad ejusdem *momentum* in linea perpendiculari, ut est recta e n, ad rectam e b: est autem e n ad e b, ut A C ad A B, seu ut altitudo plani ad illius longitudinem: quippe cum anguli e b a, C A B per constructionem sint æquales (ut constat ex *El. geom.*) sicut etiam anguli e a b, A C B utpote recti, etiam reliquus b e a erit reliquo A B C æqualis, duoque propterea triangula e b a, A B C erunt similia, habebuntque latera a b, b e ad A C, A B circa æquales angulos proportionalia, nempe erit a b : b e = A C : A B, & ideo erit etiam e n : b e = A C : A B, cum sit e n = b a: igitur momentum, quod O exercet super planum inclinatum, est ad momentum, quod illud exercet in linea perpendiculari, ut est altitudo A C ad illius longitudinem A B.

Justam hujus motus ideam concipies, si mobile ab aliqua potentia ita trahi existimes, ut hujus directio temporibus singulis cum directione gravitatis ejusmodi angulos efformet, quales efformatos vides in *fig. XII.* f. A, vel f a. Sit igitur A P. gravitas, seu spatium illud, quod a mobili libere lapso primo min. conficeretur, A f potentia altera, quæ oblique trahendo O antrorsum versus C urget. Super hæc data latera (ex dictis de *compositione motus*) exstruatur parallelogrammum, & ducta diagonalis A a non tantum directionem, sed & quantitatem motus ostendet.

198. *Corollarium I.* Deſcenſus gravis ſuper planum inclin. uniformiter eſt acceleratus, ita ut fiat iisdem legibus, quibus perficitur deſcenſus ejusdem corporis in linea perpendiculari (ſecluſa nempe medii reſiſtentia) ratio eſt, quia cum eadem ſingulis momentis ſit vis gravitatis, quam habet O ſuper planum poſitum, ſingulis etiam momentis ab ea vi ad motum ſollicitabitur. Igitur globus (*cit. fig. XII.*) finito altero tempore erit in b ſpatio 3plo majori, quam ſi A a, ſicut latus a p, liberum lapſum repreſentans, triplum eſt lateris A P.

II. Si variatur potentia libero lapſui, ſeu gravitati oppoſita, variato parallelogrammo alia erit diagonalis ſpatium lapſus dato tempore exhibens. Sit e. g. pro a f linea a c, mobile finito ſecundo tempore g attinget. Ubi vides potentia hac ita inclinata, ut ſit ad directionem gravitatis perpendicularis e. g. a e, nullam lapſui moram injiciendam. Inde colligitur etiam lapſum retardari minus, ſi planum eſt minus inclinatum; nam per planum a h intra idem tempus mobile perveniet in h. ubi per planum A C magis inclinatum ultra b non pertinget.

III. Motus verticalis omni altero per planum quomodocunque inclinatum eſt velocior: ſic *cit. fig. XII.* vides b g h ſuperiora eſſe puncto p, quod tamen mobile ſibi relictum intra idem tempus obtinet, ſicut jam primo tempore ex A in P deſcendit, ubi ſubjecto plano ſolum ſpatium inter A K interceptum conficeret. Id quod clarius erit, ſi altitudinem plani, ſeu lapſum perpendicularem a p pro diametro circuli aſſumas, peripheria enim obliquorum lapſuum extrema b g h tangit. Ex quo generalis hæc lex ſtatui poteſt: *O eodem tempore, quo diametrum circuli verticaliter poſitam percurret, deſcendit etiam per quamcunque ejusdem circuli chordam.* Sic (*fig. XIII*) eadem eſt ratio chordarum M N & M L., quæ in *fig. ſuperiore* ratio eſt chordarum a b, & a g. Idem cenſendum eſt de chordis O P. & Q P. quæ in longitudine æquales ſint eſt neceſſe, cum ad M N & M L ſint parallelæ.

199. *Propof. II.* Si grave defcendat per plura plana contigua proportionalia, & fimiliter inclinata, tempora defcenfus erunt in ratione fubduplicata longitudinum ipforum planorum. Sint duo plana contigua E b, B Z, nec non duo e b, b z (*fig. XIV.*) fimiliter inclinata, & proportionalia, nempe eadem fit inclinatio planorum E B, e b, ficut & planorum B Z, b z, fit quoque E B : B Z = e b : b z. dico, tempus, quo O defcendit per duo plana E B, B Z effe ad tempus, quo per duo plana e b, b z deorfum labitur, in ratione fubduplicata longitudinum E B, B Z ad longitudines e b, b z, feu totius E B + B Z ad totam e b + b z Probatur. pofitis rectis horizonti parallelis E A, e a, nec non in directum productis Z B in A, & z b in a, cum triangula E A B, e a b fint fimilia, utpote propter æqualem planorum inclinationem, habebitur A B : a b = E B : e b: Eft autem E B : e b = B Z : b z, cum fit per hypothefin E B : B Z — e b : b z: ergo erit B Z : b z = A B : a b.

His itaque pofitis quoniam planum eb confiderari poteft velut portio plani E B, tempus, quo O defcendit per E B, erit ad tempus, quo defcendit per e b, in ratione fubduplicata ipfius E B ad e b. Eandem ob caufam cum tempus defcenfus per A Z fit ad tempus defcenfus per a z in ratione fubduplicata ipfius A Z ad a z, nec non tempus defcenfus per A B ad tempus defcenfus per a b in ratione fubduplicata ipfius A B ad a b, erit propter A Z : a z = A B : a b, etiam tempus, quo O percurrit planum B Z poft defcenfum per A B ad tempus, quo percurrit planum b z poft defcenfum per a b in ratione fubduplicata rectæ A B ad rectam a b, adeoque etiam rectæ E B ad rectam e b. Eodem autem tempore corpus percurrit fpatium B Z defcendens ex E, quo illud percurreret defcendens ex A, ficut etiam eodem tempore conficit fpatium b z defcendens ex e, quo illud conficeret defcendens ex a, cum eandem celeritatem habeat in puncto B defcendens ex E b, quam haberet defcendens

ex

ex A B, & eandem habeat in puncto b, seu per e b, seu per a b deorsum labatur. Ergo etiam tempus descensus per B Z post lapsum ex E B est ad tempus descensus per b z post lapsum ex e b in ratione subduplicata rectæ E B ad rectam e b. Jam vero tempus quoque descensus per E b est ad tempus descensus per e b in ratione subduplicata ipsius E B ad e b. Ergo tempus descensus per E B + B Z erit ad tempus descensus per e b + b z in ratione subduplicata rectæ E B ad rectam e b, ac proinde cum sit E B + B Z : e b + b z = E B : e b propter E B : e b = B Z : b z, ut vidimus, tempus descensus per E B + B Z erit ad tempus descensus per e b + b z, *in ratione subduplicata* totius quoque E B + B Z ad totam e b + b z. eodem modo demonstrabitur, si plura, quam duo, fuerint plana inclinata sibi contigua, & proportionalia.

Coroll. Cum circuli habeantur pro polygonis infinitorum laterum, arcus similes erunt plana infinita similia, & similiter inclinata, unde etiam mobile hos percurret temporibus, quæ sunt in ratione subduplicata arcuum, & quoniam hi arcus sunt ut radii, quibus describuntur, in ratione subduplicata radiorum.

200. *Propositio III.* Mobile per planum inclinatum descendens in fine eam celeritatem acquirit, ut mutata directione per alterum planum ad eandem altitudinem ascendere possit. Sit (*fig. XV.*) mobile descendens per planum A B, dico id obtinere in puncto B eam celeritatem, ut per planum B C ad eandem altitudinem ascendere possit. Probatur. spatium à mobili per descensum confectum exhibetur per triangulum A B D, & spatium, quod celeritate in B acquisita motu æquabili eodem tempore conficeret, per parallelogrammum D B F G, in quo D G = A D. quia vero ex B mutata duntaxat directione celeritate initiali B E = D B sursum movetur motu uniformiter retardato rursus spatium conficiet, quod sit ut dimidium parallelogrammum D b f g seu ut triangulum B C E, in quo cum B E = d e, erit C E = D g = A d proinde ad eandem altitudinem perveniet.

Coroll.

Coroll. I. Id eodem modo oſtendi poteſt de pluribus planis utrinque ſimiliter inclinatis, & quia circulorum arcus ſimiles ſunt plana infinite parva ſimiliter inclinata, mobile per arcum circuli deſcendens ad arcum æqualem in oppoſitam partem excurret. Si igitur corpora inſtar punctorum ſpectata concipiantur ſuſpenſa ex lineis gravitatis expertibus C B, D E (*fig. XVI.*) circa puncta C & D mobilibus, & ex punctis quietis eleventur in f & g, ut anguli f c b, & g d E æquentur, deſcenſu ſuo arcus ſimiles deſcribent motu uniformiter accelerato: ubi vero in B & E pervenerint, celeritate obtenta ad eandem altitudinem æquali tempore in partem oppoſitam aſcendent, qui aſcenſus & deſcenſus junctim ſumptus *oſcillatio* vocatur, *ut dixi N.* 196: unde tempora ſingularum oſcillationum horum pendulorum in arcus ſimiles excurrentium ſunt *in ratione ſubduplicata* longitudinum C B, & D E.

201. *Scholion.* Cyclois eſt linea curva ab uno puncto circuli A (*fig. XVII.*) ſupra planum A B voluti deſcripta ejus generis, ut quivis arcus æquali tempore conficiatur. Conſtat, ſi pendulum ſuſpendatur intra duas ſemicycloides, ita ut filum juxta harum curvaturam ſemper applicetur, ſitque longitudo penduli dupla diametri circuli, cujus volutione illæ cycloides ſunt genitæ, pendulum pariter deſcribere cycloidem, adeoque omnes ejus oſcillationes (ſeu parvæ, ſeu magnæ ſint) fore *iſochronas*. Hinc fit.

Propoſitio IV. Vibrationes penduli per arcus cycloidis, etſi inæquales, oſcillantis ſunt perfecte *iſochronæ*. Ponatur pendulum M B (*fig. XVIII.*) vibrationes ſuas conficere in curva cycloidali A N B R C. Ajo, omnes illius oſcillationes (utcunque inæquales ſint arcus, in quibus fiunt) tempore prorſus æquali abſolvi. Probatur. Cum O grave per omnes ſeu magnos, ſeu parvos ejusdem ſemicycloidis arcus eodem tempore deſcendat (ut oſtendunt Geometræ) ſemivibratio penduli M B per arcum D N B fiet eodem penitus tempore, quo altera ejusdem ſemivibratio per arcum

arcum N B perficitur: pendulum enim B eodem tempore deſcribit arcus D N B, N B, quo (ſublato filo) per eos deſcenderet: ergo integra quoque oscillatio per arcum D B E fiet eo ipſo tempore, quo fit integra oſcillatio per arcum N B R. Id porro cum de omnibus eodem modo demonſtrari poſſit, verum manet, vibrationes penduli &c.

202. *Propoſitio V.* Tempora, quibus duo pendula inæqualis longitudinis ſuas in ſimilibus cycloidum arcubus vibrationes conficiunt, ſunt in ratione ſubduplicata longitudinum ipſorum pendulorum. Sint duo pendula (*fig. citata*) longitudine inæqualia M B, m b, conficiant vibrationes ſuas in arcubus ſimilibus N B R, n b r inæqualium cycloidum A N B R C, a n b r c. Ajo tempus, quo fit oſcillatio, per arcum N B R eſſe ad tempus oſcillationis, per arcum n b r perficitur, in ratione ſubduplicata longitudinis M B ad longitudinem m b.

Probatur. Spectentur ſemivibrationes per arcus N B, n b, cum igitur tempus, quo fiunt vibrationes per arcus N R, n b ſit æquale tempori, quo pendulum per arcus N B, n b ſublato filo deſcenderet, tempora ſemivibrationum per arcus N B, n b erunt inter ſe ut tempora, quibus illud ipſum O per arcus N B, n b deſcenderet. Hæc autem ſunt inter ſe in ratione ſubduplicata axium curvarum cycloidalium N B R, n b r, adeoque etiam longitudinum M B m b: cum arcus N B, n b utpote dimidiæ partes arcuum N B R, n b r ſint ſimiles: ergo tempore quoque ſemivibrationum per arcus N B, n b, ac proinde etiam vibrationum per arcus N B R, n b r ſunt in ratione ſubduplicata longitudinum M B, m b.

Coroll. I Numeri oſcillationum exiguarum, quas pendula inæqualis longitudinis eodem tempore conficiunt, ſunt in ratione ſubduplicata longitudinum reciproca. Cum enim ex dictis tempora ſint in ratione ſubduplicata longitudinum, tanto plures eodem tempore faciet pendulum minus, quanto breviore tempore ſingulas abſolvit.

Coroll.

Coroll. II, Si pendula inæqualia inæqualibus viribus, ac temporibus inæqualibus agitentur per arcus similes, vel minimos, tempora oscillationum singularum erunt in ratione composita subduplicata ex directa longitudinum, & massarum, ac reciproca virium acceleratricium. Nam si mobilia æqualia viribus iisdem, & temporibus æqualibus moventur, spatia describunt æqualia, si tempora & vires motrices sunt æquales, sed massæ corporum inæquales, spatia percurrent massis reciproce proportionalia, cum massa major tanto difficilius moveatur, quam minor, quantum hanc excedit. Si massæ æquales, vires item æquales sunt, tempora vero inæqualia, & sit vis acceleratrix uniformis, spatia erunt in ratione duplicata temporum. Quod si igitur omnia sunt inæqualia, erunt spatia in ratione composita ex directa duplicata temporum, directa virium, & reciproca massarum. Plura hac de re qui volet, consulat Cl. Musschenbroek, Fortunatum à Brixia, & *introductionem in doctrinam de motu* à P. nostro Froelichio concinnatam.

DISSERTATIO III.

De præcipuis quibusdam Corporum qualitatibus.

AD generalem Physices tractationem pertinent qualitates sensibiles corporum, quæ si spectentur in ordine ad organa nostra sensoria, in tactiles, gustabiles olfactiles, audibiles, & visibiles distinguuntur, ut adeo locus foret tractandi de consistentia, duritie, mollitie, ac fluiditate corporum, de calore, & frigore, humiditate, ac siccitate, odoribus, saporibus, sono, luce, & coloribus &c. Verum cum quædam hujus argumenti capita ad specialem Physicam commodius

modius revocari possint; neque tractatus noster generalis amplius, quam concessa temporis ratio postulat, excrescat, eas duntaxat generales corporum affectiones in examen vocabimus, quarum expositio plurimum lucis reliquis Physices partibus est allatura.

ARTICULUS I.

De Cohærentia, & fluiditate Corporum.

203. COhærentia dicitur ea corporum affectio, qua partes quomodocunque & à quacunque causa conjunctæ divulsioni resistunt, est igitur resistentia ab ipsis exercita, quam sentimus, dum illa aut disrumpere, aut frangere conamur; sic filum tenue manu prehensum facile disrumpimus, vimen vero tenax difficillime; baculum supra genu frangimus haud difficulter, trabem vero minime. Duplex est *naturalis*, ac *artificialis*; illa reperitur in partibus corporum minimis generali attractione inter se cohærentibus, majoresque massulas efficientibus, ut dictum est *N.* 77. in qua non necesse est, ut partes massam cohærentem componentes sint sine motu, cum experientia ostendat partes corporum inter se vehementer moveri, quo tempore nihilominùs firme cohærent, ut patet in chordis tensis, vellicatis, ac sonantibus, in corporibus aliis ab igne calentibus, Cohæsio autem multis modis promoveri potest. *I.* separata corpora conjunguntur vi externa e. g. pondere aeris externi, quod fit in hemisphæriis Magdeburgicis intus aere orbatis, & ab externo aere vehementer compressis, ubi tamen cohæsio proveniens à pressione aeris distinguenda est ab illa, quæ oritur ex mutua attractione *II.* Cohærent corpora, quæ vi magnetica in se agunt, ita magnes cum magnete, & cum ferro, hoc vi magnetica imbutum cum alio ferro in unam molem jungitur. *III.* Combinantur corpora lævigata superficie donata inter-

posito glutine, aut ferrumine, in quo casu gluten adjutum, valles, poros, & asperitates implet, ut eo pluribus punctis partes se attrahere possint, quod ut melius succedat, purissima esse debent metalla ope ferruminis sibi committenda. Experientia in his optima est magistra, quæ docuit oleo, & pice magis conglutinari corpora, quam aqua, ligna duriora, & solidiora solidius etiam requirere gluten, quam ordinarium, velut est ichtyocolla. Oleo spissiore quodam cohærent partes terestres plantarum, quod separatur ab iis, cum comburuntur, unde tum in crineres collabuntur. Hac de re curiosa experimenta instituit Musschenbroek, quæ partim attulimus N. 77. & fusius descripta *in dissert. de cohæs.* videri poterunt. In his experimentis cavendum, est ne aer intra superficies remaneat, qui attritu, & valida appressione excludendus est, deinde etiam ab observata tali cohærentia subtrahenda est aeris compressio (quæ erit circ. 41. libr.) ut pateat, quanta sola sit corporum attractio. *IV.* Quandoque fluidæ duæ massæ facta permixtione abeunt in molem firmam, quia constant partibus fortissime sese attrahentibus. Ita oleum tartari per deliquium cum oleo vitrioli mixtum abit in tartarum vitriolatum. Spiritus urinæ, & alcohol vini subtilissimum abeunt in duritiem. Idem accidit spiritui Cornu cervi cum Alcohole. Albumen ovi cum spiritu salis forti firme concrescit agitatione continua. Oleum olivarum cum aqua forti in massam friabilem coagulatur. Lac cum acido vertitur in durum caseum *V.* Sunt quoque corpora, quorum partes prius molles durescunt *frigore*, ut fit in aqua, metallis liquefactis &c. Nam igne avolante propius ad se invicem accedunt partes, ut attractionem eo fortiorem exercere possint. Alia corpora *igne* redduntur duriora; quæ nempe continent aquam, qua abeunte oritur major attractio partium; ut in luto molli, albumine ovorum, caseo, pane &c. Hinc illud Virgilii: *limus ut hic durescit, & hac ut cera liquescit, uno, eodemque igni. Eclog. VIII.*

204.

204. Cur igitur inquies, farinæ moleculæ tenuissimæ per summum frigus non abeunt in massam duram, ut partes aliorum corporum? R. causas præcipuas esse *I.* Quia molecularum istarum nimia est magnitudo, figuraque irregularis, ut adeo etsi mutua polleant attractione, validius tamen trahantur ad terram, quam ut inter se cohæreant, præsertim cum contactus pro mole massularum variis angulis præpediatur. *II.* Quia interponitur *aer*, vel *ignis* immediatum, vel potiorem contactum impediens, quæ causæ persæpe tolluntur *admixtione liquoris alius*, ut supra dixi, & certum est de farina gypsi: nam præterquam quod multæ moleculæ subinde per liquores dissolvantur, abrasis angulis, major motus à minore corpore communicatur majori per interpositionem corporis alterius, ut adeo ignis immediate impotens agitare particulas farinæ eum motum possit efficere mediantibus alterius liquoris moleculis, quo fit, ut particulæ farinæ amittant in liquore quidquam gravitatis suæ, atque hac amissa gravitatis parte attractio promptius operatur. Rem totam intellige hoc exemplo: si imponas duos magnetes mediocris virtutis politissimæ tabulæ ad distantiam aliquam, nunquam sese contingent, si is contactus prius non est factus; atqui si singulos magnetes suberi alligatos aquæ innatare sinas, accedent ad se invicem, conjungentque polos amicos. Instar totidem magnetum debilium concipe moleculas farinaceas, hæ temere projectæ raro plano majore se contingunt, sed si aquam admisceas, moveri incipient, debito sese subinde loco contingent, & aqua etiam evaporante cohærebunt. Hæc generatim dicta sunto, nam in specialibus casibus causæ aliæ interveniunt, ut si corpora per liquores intumescunt, implicantur illorum fibrillæ, manentque ita implicatæ evaporante liquore, firmioremque, quam vi attractionis fieri possit massam componunt.

205. Mirandum magis phænomenon videri potest in *Mercurio*, qui etsi magnis caloribus evaporet, ac in fumos abeat, nunquam tamen instar aliorum fluidorum

dorum ope frigoris in massam duram coalescit, etsi ejusdem utpote omnium fluidorum gravissimi partes minime ab interposito igne moveri videantur. Constitutio partium hujus corporis quamquam fugiat sensus nostros, quadam tamen probabili conjectura intelligi poterit, si cogitemus fieri posse, ut partes mercurii integrantes ob exilitatem sint in motu continuo, & ob exactiorem, quam quæ est in fluidis aliis, figuram sphæricam non nisi in paucissimis punctis sese contingant. Nam si concipiamus moleculam mercurialem instar globulorum sanguinis ex sex aliis compositam, hæ partes eo sphæram component exactiorem, quo majore attractione mutua pollent, inde orietur gravitas specifica ceteris major, cum pars illa tota fere solida sit, etsi exigua & longe minor, quam si globuli illi non forent ita compressi, ut adeo ab igne longe minore (quam qui aquam movet) agitari possit. Hinc fieri potest, ut & in maximo frigore mercurius fluiditatem tueatur. Quod si ignis major accedat, globuli illi minus compressi in medio vacuum notabile relinquent, mojoremque superficiem actioni ignis opponent, unde efficacior ignis actio mercurium instar sphærularum cavarum in fumum abire coget. Ingens autem caloris vis requiritur, ut evaporatio fiat, partim quia etsi partes mercurii sint exiles, cum tamen vix aliqua interstitia intercipiantur, specifice gravior est, quam ut ab aere ambiente auferri possit, partim quia in se non tantum aeris (ut alii liquores) continet, qui necessarius est ad evaporationem promovendam.

206. Sicut corpus *firmum*, aut durum illud dicimus, cujus partes difficillime separantur, ita *fluidum* corpus vocamus *congeriem partium cuicumque pressioni facillime cedentium.* Ut massa sit fluida, non requiritur, ut singula corpuscula illam componentia sint elementa: possunt enim esse *moleculæ variorum ordinum*, quæ ex ordinibus altioribus compositæ sunt, eo erit fluidum crassius, eoque subtilius, quo moleculæ integrantes ad simplicitatem elementarem propius accedunt,

cedunt, hinc in natura fluida extant diversæ crassitiei, ut patet in chylo, lacte, sanguine, sero, lympha, aqua, oleis, spiritibus destillatis. Si igitur partes integrantes fluidorum sint admodum crassæ, per earundem resolutionem fieri posse fluida subtiliora experientia docet. Albumen ovi tenax fluidum incubatu per varios transit gradus, subtiliusque redditur, ita ut tandem aqua volatilior evadat. Sanguis crassissimus fere in corpore animali liquor circulatione per vasa abit in serum subtilius, hoc continuato attritu in lympham tenuiorem, quæ tandem in spiritus subtilissimos tenuatur. Olea fluida crassa sæpius destillata semper subtiliora evadunt, relictisque crassis fecibus tandem Alcohol vini subtilitate æmulantur. Hombergius refert, se libram olei cum calce viva destillasse, & quindecim uncias aquæ (una superstite olei uncia) se recepisse. Mustum crassum fermentatione vinum evadit, quod actione ignis abit in spiritum vini tenuiorem, qui repetito igne fit spiritus rectificatus, hic vero ignis attritu in Alcohol subtilissimum attenuatus, quod cum oleo vitrioli destillatum abit in spiritum vini æthereum.

207. Solent Philosophi (cum *Keillio introduct. ad veram Phys. lect.* 1. & *Mariano dissert. de glacie* C. 1.) distinguere inter *fluidum*, *liquidum*, ac *humidum*. *Fluidum* dicunt, cujus partes impulsui externo facile cedunt, seu quod divisioni parum resistens velut sponte sese expandit. *Liquidum* est illud, quod pondere suo, seu motu intestino sese ad libellam componit. *Humidum*, quod corporibus aliis facile adhærescit. Fluidum itaque erit cumulus farinæ, aut lapidum minutissime tritorum, quæ eo tenuiora sunt, eo cedunt facilius, eoque magis diffluunt, ac sese expandunt. Nubes quoque velut vaporum tenuissimorum congeries fluida dicetur. *Aqua*, *oleum*, *mercurius*, *æs fusum*, *fluensque* non modo fluida, sed & liquida erunt, quia effusa in planum & latissime diffluunt, & in vasis ad libellam, æqualemque ubique altitudinem sese componunt, ita ut circa centra globorum totalium

ſphæram efforment. Mercurius denique relate ad aurum, plumbum (quibus adhæret) aqua relate ad ligna, vitra, & lapides, aer ipſe vel ſicciſſimus politiſſimis corporibus adhæreſcens humidus dici poterit. Qua in re certum imprimis nobis eſt, *fluiditatem* in corporibus repetendam eſſe *ex figura partium ad motum apta, & ad attractionem firmam minus idonea, exiguo earundem contactu, aut actuali diſſociatione,* inde eſt, quia ſi iſthæc in corpore quodam habentur, habebis maſſam impreſſioni externæ facile cedentem, quæ parum reſiſtat diviſioni ſui, & velut ſua ſponte ſe expandat. Porro figura ad motum apta de ſe eſt *ſphærica, ſphæroidica, cylindrica* &c. Contactus exiguus partium eſſe debet, ne per contactum majorem major oriatur attractio, & inde firmitas. Addita eſt disjunctiva actualis diſſociatio, quæ habetur in igne fluidiſſimo ſua ſeſe vi repellente, ut dictum eſt de elaſticitate.

Certum præterea ex ſtatutis principiis nobis videtur *humiditatem* eſſe repetendam ex mediocri gradu tenacitatis, ac viſcoſitatis; quæ habetur per mutuam inter O viſcoſum, & aliud attractionem, aliaque mechanicæ partium diſpoſitionis adjumenta. Quæſtio igitur unica ſupereſt, ut definiatur ad cognoſcendam melius liquidorum corporum naturam, utrum ea naturaliter ſint in motu continuo ab interpoſito igne proveniente? inde enim plurimorum phænomenorum ratio deſumi poterit. Sit igitur.

208. *Propoſitio unica.* Partes corporum liquidorum in ſtatu ſuo naturali ſpectatæ verſantur in motu continuo ab igne interpoſito proveniente. *Probatur.* Si corpora liquida iis gaudent proprietatibus, quæ actualem in iis manifeſtant motum, quæque ſine illo minime habentur, certum eſt partes liquidorum in motu continuo eſſe poſitas: atqui liquida iis gaudent proprietatibus, quæ actualem in iis indicant motum, quæque ſine illo haberi non poſſunt: igitur eorum partes in continuo verſentur motu eſt neceſſe. Aſſumpta propoſitio ultra oſtenditur per inductionem proprieta-

prietatum liquido convenientium hoc modo : prima in liquoribus proprietas occurrit *compositio certa ad libellam*, quæ tam constans, tamque accurata sine motu partium esse non posset. Si projicias temere in vas globulos quomodocunque politos, raro fiet, ut non alii incumbant aliis, & quandam pyramidem efforment, quod si prope latera vasis vel in medio circa alterum quoddam O ita componantur, subtracto deinde illo corpore erecti in pyramidem complures manerent. Contrarium fit in aqua, & liquoribus aliis: superficiem aquæ si in medio vasis contingat exiguus globulus, circa illum assurget aqua, illo postea subtracto illico sublabuntur moleculæ aquæ, nec elevatæ manent, id quod vix sine motu intestino partium explicatur : etsi enim partes liquoris exiles sint, ea tamen inter hos globulos est proportio, quæ inter maximos sicut in 3 majoribus globis (*fig. I. Tab. IX.*) radii ex centris A C B ad puncta contactus ducti faciunt angulos 60 graduum, ita & globuli minores, & sicut facies pyramidalis adjectione 3 aliorum globulorum G H I augeri potest, ita idem proportionaliter fiet in minimis globulis.

Deinde alteram liquoris proprietatem, seu *solutionem* (quæ fit cum constanti distributione soluti corporis per totam solventis massam) vix consistere posse sine intestino partium motu, ostendit celeberr[illegible]. Boerhaaveus in *Elem. suis de aqua* his verbis : „ Ipsa „ solutio salium, quam aqua quieta peragit, demon- „ strat elementa illius moveri inter se, licet solutio „ hæc attractioni potius partium inter se, quam pro- „ pulsui tribuenda videatur : attamen solutio in tota „ massa vix futura videtur, nisi intestino motu de „ loco in locum continenter agitata elementa succes- „ sive ita se applicarent ad solvendum ignem. Ve- „ rum &, microscopia quoque detegunt in aqua motum „ agitatarum partium, quin etiam raro aqua quiescit „ in vase, cum omnia fere tremulo motu con[illegible]antur, quæ aquam sustinent „. Denique quomodo, constans in liquoribus *evaporatio* sine motu fieri possit,

sit,

ſit, non video, illo abſente quantitas evaporationis, ceteris paribus, foret in ratione compoſita ex directa fluiditatis, & reciproca gravitatis ſpecificæ, cum tamen obſervetur fieri proportionate ad motum partium. En obſervationem! gravitas aquæ fluviatilis ſpecifica ſe habet ad gravitatem ſpiritus vini rectificati ut 1000 ad 866, & fluiditas ut 1000 ad 1098, hinc ratio evaporationis aquæ ad rationem ſpiritus vini, ſi pari dimenſione, ac ſuperficie ſumantur, foret ut 4 ad 5. qua in re tamen experimenta Mairani docent, rationem hanc proxime eſſe ut 1 : 8, quæ certe diverſitas non aliunde, quam ab inteſtino ſpiritus vini motu quem microſcopiis detegimus, repetenda videtur. Accedit ceteris paribus majorem eſſe evaporationem aquæ calidæ, quam frigidæ, aucto nempe per calorem motu. Ex quibus manifeſtum videtur, proprietates liquorum vix ſine motu conſiſtere poſſe.

209. At vero vix credibile eſt eam ignis copiam adeſſe liquoribus, quæ eorundem moleculas agitare poſſit. Iſthæc difficultas ſponte ſua evaneſcet, ſi cogitemus ſanguini hominis naturaliter tantum calorem ineſſe, qui non ſolum ejusdem circulationem promovere, ſed & ejus partes movere poſſit; rurſus ſi cogitemus aquæ bullientis partes omnes vehementer agitari. Jam vero calor hominis ſani plerumque eſt 92° thermometri Fahrenheitiani, calor aquæ ebullientis 212, & calor aquæ congelationi proximæ 33°. quod ſi unico gradu minuatur, ſit glacialis maſſa. Ex quo conficitur, calorem requiſitum ad conſervandam aquæ fluiditatem eſſe plus, quam unam tertiam partem caloris naturalis hominis, & modice minus, quam $\frac{1}{6}$ aquæ bullientis, cur igitur hoc calore partes aquæ tenuiſſimæ, ac mobiliſſimæ non moveantur? (etſi ter minus, quam molecula ſanguinis, & plus quam 6es minus, quam partes bullientes) præſertim cum ignis in perpetuis ſit vibrationibus. Plura hac de re erudite pertractata vide in *Cel. diſſert. Mairani de glacie,*

210.

210. Oppones *I.* ex *Muſchenbroek* his verbis : ,, aqua ,, pura, ſeu aere inquinata, ſeu ab eo purgata, tempore frigido incluſa vaſi aureo, argenteo, plumbeo, ſtanneo, deinde compreſſa vi præli, aut ,, ictibus mallei, vel in antlia ab embolo preſſa non ,, videtur condenſabilis in minus volumen, ut Florentini, aliique multi experimentis evicerunt: potius enim roris inſtar quaquaverſum per poros metallorum transſudat, adeo ut quantum vi externa ,, cavum interius imminuatur, tantum aquæ accurate ,, exſudet, ut ad ſingulos mallei ictus in globum adactos videre eſt,,. Ex quo ſic arguitur: in ſumma tali compreſſione aqua manet fluida, etſi fieri nequeat, ut ejusdem partes integrantes moveri pergant; cum enim motus iſte foret ſat lenis, utpote qui ſolus ad ſolvenda ſalia non eſt ſufficiens, mediocri etiam objecto pondere ſiſti deberet. Accedit partes omnes per compreſſionem adeo arcte ad ſe invicem eſſe adactas, ut propter attritum inde oriundum moveri nequeant. *II.* ex *evaporatione* aquæ non poteſt deduci motus partium, cum evaporatio glaciei eam, quæ in aqua eſt, interdum excedat; intenſo potiſſimum frigore. *I.I.* neque ex *ſolutione* talis motus inferri videtur: nam etſi ſolutio fieri non poſſit ſine motu, inde tamen non ſequitur, eum prius extitiſſe; poterit enim excitari per attractionem, ſicut ex eo, quod in commixtione quorundam corporum oriantur inſignes efferveſcentiæ, inferre non licet, motum adeo vehementem jam prius fuiſſe in liquoribus, cum naſcatur ex vehementi partium mixtarum attractione.

Antequam reſpondeamus, nota I. partes aquæ eſſe duriſſimas, & quovis forte adamante rigidiores, ita ut per compreſſionem figuram ſuam non mutent, neque adeo lubricitatem ſuam amittant, ut amplius oſtendetur in doct. *de aqua. II.* ex doctrina *de igne* conſtabit, ejusdem vires *elaſticas* eſſe ingentes; utpote ortas ex perpetuis repulſionibus ignis totius ambientis, qui oſcillationes, & vibrationes ſuas communicat igni in interſtitiis liquorum latenti. Exemplum

ſit

ſit in aere, qui etſi corporibus parum reſiſtat undique cuicumfuſus, ubi tamen ex recipiente exhauritur, reſiſtit plurimum, ſummaque vi in vas exhauſtum redire conatur, eo quod circumfuſus illi vaſi aer conſtringatur. Hinc ajo, motum quidem ignis in aqua latentis lenem eſſe relate *ad partes ſingulas*, & *noſtros ſenſus*, non item relate *ad totam maſſam*: nam ut motus ſiſtatur partium ex objecto pondere, impediri deberet illarum lubricitas, & oſcillationes ignis in poris latentis, ita ut immobilis perſtet: at vero hoc fieri nequit; cum vires totius ignis externi (quæ ſemper ſunt applicatæ) ſuperari non poſſint, quæ incomparabiliter majores ſunt vi elaſtica aeris.

Quod *ad alteram* ſpectat, ajo evaporationem in glacie interdum, quam aqua, majorem eſſe ex cauſis ſpecialibus. I. quia in illa latent bullulæ aereæ ſeſe expandere nitentes. II. quia cum moleculæ glaciei ſub certo angulo ſeſe conjungere nitantur, efficiunt ſuperficiem magis aſperam. III. quia major ſuperficies obvertitur aeri, & denique quia maſſulæ majores etſi pauciores per aeris impactum abraſæ plus ponderis ex glacie auferunt, quam exiguæ aquæ moleculæ. Verum de hoc alibi.

Ad tertium dico, motum partium inteſtinum non deduci ex ſola ſolutione, ſed ex conſtanti, & æquabili partium ſolutarum per totum menſtruum diſtributione. Nam iſthæc ceſſare deberet abſente motu inteſtino, ſicut effervefcentia deſinit, ubi conjunctio partium mixtarum eſt facta. Ratio eſt, quia dari certum eſt plures partes menſtrui, quam partes ſoluti, hinc etſi una e g. ſalis ſoluti particula pluribus aquæ facta ſolutione adhæret, longe tamen plures erunt aquæ moleculæ ſalibus deſtitutæ, adeoque conſtituerent mixtum ex duobus diverſæ gravitatis ſpecificæ liquoribus, ac proinde ſeparatim ſeſe diſponere deberent levior ſupra graviorem, niſi motus inteſtinus commixtionem promoveret.

211. Opp. II. Suppoſito inteſtino motu liquorum, eorum partes diſpergi deberent ſaltem in vacuo

cuo Boyleano, cum ibi nihil ſit, quo minus actio ignis partes à ſe invicem disjiciat, ac velut ejaculetur inſtar pulveris nitrati. Certe ſublato pondere atmoſphæræ ſaltem major motus obſervari deberet. Denique, *ut arguit Laud. Muſſchenbroek*, in nullis fluidis puris in vaſe quieſcente, & loco quieto collectis ullus partium motus advertitur, utcumque accuratæ obſervationes inſtituantur. Si aquæ admiſceantur ſordes, limus, arena, pulveres alii, hæc omnia in aqua fervente natant permixta; verum aqua in loco tranquillo ſtagnante ſubſident pulveres manifeſto indicio, motum inteſtinum ſuperſtitem non manſiſſe.

R. ad primum *cum Mairano*, cauſas ſpeciales eſſe, quæ diſperſionem partium impediant. Inprimis occurrit earundem gravitas, ob quam ignis etſi illas movere, non tamen disjicere poterit, ut patet idem in aqua bulliente, metallis fluentibus, farina gypſi ignita. Deinde in pleriſque liquoribus ignis non eſt tam vehemens, tamque copioſus, ut partes ſingulas à ſingulis disjunctas conſervet, efficit duntaxat, ut aliæ infra alias lubricent, nec ſingulis impulſibus magna ſpatia conficiant, ut adeo actio attractionis locum habeat, quæ etſi motum lubricationis impedire non poſſit (ubi nempe iſta actio in partes contiguas minor non eſt verſus unam, quam alteram partem) ſeparationem tamen ab omnibus ſimilibus particulis impedit. Neque exemplum adduci poteſt de pulvere pyrio, qui teſte Boerhaaveo (*experim. XIII. de igne*) ob admixtum carbonem ignem admittit facillime poris apertiſſimis abſorbendum, quo fit, ut non modo aer magna copia contentus vehementer rarefiat, ſed & ſulphur promptiſſime ſolvatur, ejusque acidum in nitrum ſumma violentia rapiatur, fermentetque momentanee, ac rarefiat, unde diſploſio. At vero phænomena pulveris pyrii alibi dilucidabuntur. Cur autem ſublato pondere atmoſphærico in vacuo, etſi motus ignis videatur liberior, non tamen iſthæc differentia adverti debeat, inde fortaſſe eſt, quia ſubtilitas phænomenorum ſenſus noſtros fugit, & quæ ten-

tamina

tamina ad explorandam unam proprietatem ratione diversitatis motus intestini determinatum successum habere deberent, ob alias proprietates eodem destituuntur. Si liquores premantur, augebitur affrictus partium, oscillationes ipsius ignis fieri possunt breviores, sed vehementiores, hoc ipso calor aliquis nascitur non quidem sufficiens ad afficiendos sensus nostros, aliquantum tamen ipsas liquoris partes dilatans, id quod etiam compressionem impedire poterit. Igitur neque concludi poterit motum in aqua compressa non impediri, si in eadem observes eandem salium quantitatem solvi, neque inferre licebit eundem motum non augeri, si sublatis ponderibus prementibus nihil plus solvatur, cum auctus affrictus motus libertatem, non quantitatem minuat, si compressione vis ignis repellens augeatur. Denique quod pulveres, arenæ &c. in liquore tranquillo subsidant, non sequitur ejusdem partes in quiete esse: pulveres enim relate ad particulas aquæ adeo sunt crassi, ut eorum gravitas à descensu impediri nequeat. Ceterum pulveres etiam descendunt æstate æque, ac hieme, in aqua tepida æque ac frigida, cum tamen in aqua tepida, & æstate saltem aliquis motus calorificus igni tribui debeat.

212. Opponitur III. Ignis saltem in summo frigore non erit sufficiens ad movendas partes e. g. mercurii: diffusus siquidem ignis idem supponi potest cum materia lucis: atqui hæc longe etiam majore quantitate agitare nequit partes liquorum; teste enim *Boerhaaveo* ac *Musschenbroekio* radii lunæ plenæ in foco speculi caustici excepti in charta alba splendidissimam exhibent lucem, directi tamen in mobilissimum thermometrum ne ii minimum quidem gradum caloris excitant. Deinde figura sphærica liquorum nascitur ex æquilibrio, cui opponitur motus intestinus, per quem constanter æquilibrium turbari necesse foret. R. ad primum argumentum, supponendum hic esse *ex doctrina de igne*, requiri ad calorem sensibilem excitandum certam intensionem in vibrationibus æthereis,

reis, ad quam nunquam pertingit corpus lunare, quod nunquam transmittit vibrationes solis primitivas, sed proprias excitat longe debiliores, atque idcirco etsi radii lunares in foco densissime colligantur, vis tamen illa collecta pendet a quantitate vibrationum, quæ nullam rationem sensibilem habere potest ad vibrationes caloriferas ignis in liquoribus latentis, etsi visum fortissime afficere possit. Ad alterum dico, motum intestinum constanter quidem turbare æquilibrium, ita non eædem semper numero partes in loco determinato maneant, idem tamen illico restitui, cum aliis partibus alio abreptis æquales aliæ continuo succedant; ut servetur figura sphærica liquorum, opus non est, ut eædem constanter partes iisdm æquilibrentur, sed requiritur duntaxat, ut æqualis ex omni parte sit attractio, quæ conjungi posse cum motu intestino certum est, cum etiam in aqua fervente, metallis fusis &c. minifestus sit partium motus, & tamen ob æqualem attractionem sphæricitas guttarum.

ARTICULUS II.

De reliquis tactilibus corporum affectionibus.

213. PRæ reliquis occurrunt *duricies*, ac *mollities*, illa est ea corporis affectio, qua tactui resistit, partiumque separationi admodum renititur qualia sunt vitrum, metallum, lignum &c. mollities vero dicitur ea, per quam corpus digito prementi non difficulter cedit, pressionisque vestigia servat, ut butyrum, mel, lutum aqua maceratum &c. Quod si hæc sine respectu ad vires nostras definire velimus, erit perfecte durum id, cujus partes nulla vi utcunque magna presllæ cedunt, quale ex sensibilibus nullum novimus, cum durissima etiam nobis cognita atteri saltem possint, ut adamas, silices, metalla, quam-

quam

quam perfecta durities ultimis elementis competere videatur. Eodem modo corpora perfecte mollia non existunt, quæ nempe nulla alia vis externa, quam illa, quæ naturalem inertiam superare debeat, inter se dividat. Ex dictis patet, duritiem oriri ex mutua partium attractione majores superficies sibi objicientium interjectis paucis partibus humidis, mollitiem vero ex mixtione duri, & liquidi, ita ut sit quoddam utriusque temperamentum.

Corporum imperfecte durorum variæ sunt species; eorum aliud est *fragile*, quod à levi percussione in partes dissilit, ut chalybs igne induratus, vitrum, vasa porcellanica, fictilia &c. horum partes majores, ac duriores contingunt se in acie, aut angulosis superficiebus, hinc facile separantur, & ab contactu vicinarum avelluntur. Aliud est *friabile*, ubi minores moleculæ firmiter cohærent, & crassiores ex iis compositæ leviter, ut lapis arenarius. Aliud est *fissile* ex lamellis sibi impositis constans, cujus partes magis cohærent secundum latitudinem, quam longitudinem, atque sic plus dividitur quam quousque acies dividentis porrigitur, tale O est lignum, lapis ardesius &c. *viscosum* & *tenax* constat ex partibus multum à se invicem quandoque recedentibus, unione tamen earum non soluta, ut corium. *Ductile* O est, cujus moleculæ habent superficies complanatas, innumeras figuræ mutationes subire potentes, eadem tamen cohærentia semper manente, quo fit, ut moleculæ semper sibi adhærescant quocunque situ positæ, ut fit in argilla humida, cera tepefacta. Ductilitas pendet ab aqua non modo intervala partium, sed & harum poros intrante, & inflante (experimentis probavit *Réaumur in comment. Acad. Paris.* 1730.) Metalla ductilia, & malleabilia id debent oleo partibus interfuso, quo si privantur, fiunt fragilia; eandem ductilitatem amittunt, si ipsis misceantur heterogenea, ut si auro admisceatur Zincum, argento stannum. Si O est porosum, ac molle, ut ad minorem extensionem redigi possit, dicitur *compressibile*, ut spongia.

Si

Si substantia quædam mollior exteriori corporis superficiei adhæret, quæ contactum ejus immediatum cum alio corpore prohibet, id vocatur *lubricum*, ut sunt pisces, anguillæ, glacies, corpora oleo illita. Si partes superficiei contiguæ sint in eadem planitie sitæ, nec una ultra alteram promineat, O dicitur *leve*, vel *politum*, ut dentes animalium, vitra polita & metalla; è contrario *asperum*, si partes quædam ultra alias emineant, ut fit in ferro rubiginoso, corticibus arborum, serra, lima &c. Certe nudo oculo apparent polita, quæ microscopio inspecta sunt aspera, ut cuspis in acu: sic in vitris politissimis scabritiem superesse docent insecta, quæ illa ad perpendiculum erecta facile perreptant, crusculis suis infixis. Corpus *crassum*, ac *tenue* inde est, quod illud constet partibus majoribus notabilem in sensus impressionem exercentibus, ut corpora terrea, ac metalla; hoc vero moleculas habeat rariores sensus quasi eludentes, ut aer, spiritus chemici. Denique corpus aliud vel *flexile* est, vel *rigidum*; hoc dum flectere conamur, resistit admodum, & vi accedente frangitur, ut vitrum, lapis &c. illud incurvari potest, ut filum metallinum vimen, funes, membranæ animalium &c. Quod si O flexile, sublata causa figuram ejus mutante, se restituat in figuram pristinam, *elasticum* dicitur, quæ affectio elasticitatis saltem imperfectæ in plerisque corporibus nobis cognitis observatur, metallis, gemmis, ossibus &c. Dotes elasticitatis sunt sequentes. I. Sequi videtur utcunque proportionem densitatis corporum; sic ratio chalybis maxime elastici ad alium chalybem minore elasticitate præditum observatur in densitate ut 7809 ad 7738. II. Si quædam corpora elastica vel inflectantur nimium, vel diutius in statu compressionis serventur, minus fiunt elastica, ut alibi dictum. III. Elasticitas eadem est in vacuo Boyleano, quæ in ipso aëre IV. Quo plus frigent corpora, eo majorem tenent vim se restituendi, & quo plus calent, eo minus sunt elastica. Ex quo denuo probatur elasticitatem aliquo mo-

do

do ſequi denſitatem. Hinc etiam globi ex tormentis bellicis exploſi ad majorem diſtantiam projiciuntur, ſi tormenta ſunt frigida (ut notat *Belidorius in Bombardier françois p.* 38.) hinc fides inſtrumentorum muſicorum melius reſonant tempore hiberno, ac frigido, quam calido, & æſtivo. De cauſa elaſticitatis actum eſt *à N.* 122.

214. Si Nevtonum audiamus, allatæ affectiones hoc modo explicari poſſunt, ut notat *Clarkius in Phyſ. Rohaltii P.* 1. *C.* 22. §. 9. Conſtat primigenias materiæ particulas cohærere inter ſe attractione, atque ex hujusmodi particulis ſolidis plane, ac duris omnia fluida æque, ac dura eſſe conflata. Itaque cujus corporis particulæ ita inter ſe ſunt aptæ, ut magnis ſe invicem ſuperficiebus contingant, id fortiſſima partium attractione mutua *duriſſimum* erit; & prout partes iſtæ deinceps ſe vel contingant ſolummodo, vel implicatæ ſint inſuper interſe, ita magis minusve *fragile* erit O, & facilius, difficiliusve calore liquefiet. Cujus corporis particulæ ſe invicem minoribus ſuperficiebus contingunt, ac proinde ad duritiem minus valent, poterunt tamen eæ ipſæ ſolidiores eſſe, unde aurum gravius eſt adamante, quamvis minus durum. Cujus corporis particulæ cum apprimuntur, ad ſe invicem accedunt, non tamen inter ſe ſublabuntur, id O *elaſticum* eſt. Cujus vero partes ſublabuntur, id *molle* eſt, & mallei ictibus cedens. Cujus corporis particulæ parvis admodum ſuperficieculis ſe contingunt, id *friabile* eſt, vel facile admodum in partes ſuas ſeparabile, ut bina marmora polita quæ etiam in vacuo cohærent, ſuccuſſu autem vel minimo divelluntur. Si partes corporis vel ſe invicem non contingant omnino, vel ſaltem facillime ſublabantur, & ea ſint magnitudine, quæ calore facile agitari poſſint, *fluidum* eſt O. Hæc quidem corpora fluida ſi partes habeant facile inter ſe implicandas, ut oleum, aut quæ frigore conſtringi poſſint, ut aqua, facile dureſcunt. Sin ejusmodi habeant partes, quæ neque inter ſe implicari queant, ut aer, neque frigore rigeſcere,

ſcere, ut Mercurius, tum nequaquam concreſcunt. Denique quæ corpora partes habent aut inter ſe implicatas, aut magnis ſe ſuperficiebus contingentes, aut disjunctas, & facile ſublabentes, ea vel flexilia ſunt, ut corium, vel lenta admodum, ut vimina, viſcus, pix &c.

215. Ex jactis hactenus principiis rationes plurimorum phænomenorum deduci poſſunt, ut brevitati rurſus conſulam, pauca attingam. *I.* Cum omnia corpora attrahendi virtute ſint prædita, cumque pro varia ab invicem diſtantia, proque varia ſui configuratione ſe attrahant, patet ratio, cur corpora aſperrimæ ſuperficiei ſibi impoſita parum, aut nihil cohæreant: cum nempe eorundem contactus ſit perexiguus. Cur arenulæ acervatim congeſtæ tot figuris conſociari ineptis præditæ nihil duritiei capiant. Cur metalla fuſa e. g plumbi particulæ ad ignem reſolutæ cohæreant, quæ ante fuſionem ſibi impoſitæ non cohæſerunt. Cur ſales diverſi in aqua exſoluti non exerceant vim attractivam, ut in cryſtallos abeant, niſi aqua ad pelliculam usque evaporet: nam minorum particularum, è quibus corpora conſtant, attractio in ipſo contactu longe fortior eſt, quam cum vel minimo intervallo ab invicem ſeparantur. *II.* Variis modis corporibus procuratur durities. Lutum vel caloris, vel aeris ope induratur, dum nempe humidæ, volubilesque particulæ avehuntur. Corallia mollia aeri expoſita indureſcunt lapidis inſtar, ſuccinum flavum è mari in littora ejectum in aere duritiem induit. Albumini ovi ſi additur ſpiritus vel ſalis communis, vel nitri, momento quaſi coquitur, & induratur. Succus nutritius plantarum, & animalium abit in ſolidas partes, è quibus organica ſtructura conſurgit &c. Sed viciſſim etiam corpora firma redduntur fluida. Omne cyborum ſolidorum genus in fluorem quendam chylum, lac, ſanguinem deliqueſcit. Caro putrefactione defluit in tabum. Cum in ſpiritu ſalis marini maceratur creta, aut calx, ſolvetur tandem in aqua, ut aqua porro limpida perſeveret. *III.* Partes

corporum nonnullorum oleo quodam inter se jungi experientia docet. Plantarum tenacius oleum nec per coctionem in aqua separandum aufertur per combustionem; tunc enim plantæ in dissolutos cineres convertuntur, qui oleo consumpto non amplius se continent. Quod si hos cineres iterum cum oleo, & aqua incorporaveris, partes rursus colligabuntur. Ossa animalia in aqua repleto vase juxta inventionem Cl. Papin cocta ita fiunt fragilia, ut per modicam frictionem frangantur, hæc tamen ipsa simul atque oleo immersa fuerint, rursus ita indurescunt, ut ægre in frusta abeant. Carbones ligni duritiem tam diu conservant, quam diu oleum nigrum continent, hoc per ignem sublato cineres dabunt. Vermes, qui in lignis inveniuntur, hoc oleo victitant & particulas terreas rodendo in pulvisculos redigunt. Hinc ejusmodi trabes non solum manu friabiles sunt, sed nec igni impositi flammam alunt. *IV.* Mirum est, quod in *lacrymis Batavicis*, & *vitris Bononiensibus* deprehendimus, conjunctionem nempe ingentis duritiei cum fragilitate: nam si pars illorum densior mensæ marmoreæ illidatur, aut mallei ictibus impetatur, illæsa manet, at vero rupta caudula lacrymæ vitreæ in pulveres dissiliunt, & ampullæ Bononienses injecto silicis frustillo franguntur. Primum Phænomenon deduci potest ex structura fornicis, alterum ut explicetur, opus est horum vitrorum confectionem nosse. Vitrum fusum calamo ferreo (ut in vitriariis fieri solet) guttatim instillatur in aquam frigidam, unde fit, ut pars anterior in nodulum oblongum, posterior in tenuem caudulam efformetur, partibus interioribus per 6 candentibus, etsi crusta exterior ob frigus repentinum jam sit indurata, ut testatur *Noletus T 4. lect* 14 Unde existimat Phænomenon hoc ex cohæsione minus apta interiorum partium oriri, ut observamus in pane, qui interiores partes minus compactas habet, si crusta violento igne induruit. Nempe injectus in ampullam acutus lapillus, aut ablatus caudulæ cuspis fulcrum aliquod lædit, cui tota male sarta compages inni-

innitebatur. In lacrymis accedit tensio aliqua filamentorum, quæ per abruptionem pedunculi nimium augetur, ut ratio habeatur violentæ illius dissplosionis, qua scobs vitrea etiam ad duos pedes in orbem disjicitur. Jllustratur hæc explicatio inde, quia si lacrymæ lente refrigerentur, nunquam dissilient, quia partes internæ per lentum refrigerium aptius se juxta sua plana cum fornice conjungere possunt. Idem sane observamus in chalybe temperato, qui fragilis est admodum, nisi recoquatur. *V.* Asperitas in corporibus causat resistentiam frictionis (de qua egi *N.* 121) qua corpora alia pro majore, vel minore superficiei inæqualitate magis, minusve arroduntur. Affrictus iste minui potest variis modis. Politura, & lævigatione, qua majores superficies tolluntur. Interpositione fluidi, vel materiæ pinguis; sic si lima non est satis tenuis, oleo innungitur, cujus particulæ cum se in cavitates insinuant, eminentias faciunt breviores, ac proinde superficiem minus asperam: sic sclopórum, horologiorumque juncturas instillato oleo, rotas curruum axungia ad motum expedimus. Nam ejusmodi corpora partim cavitates implent, impediuntque, ne prominentes partes alterius corporis iis immergantur, partim facile cedendo impediunt, ne corpora incalescant, fiantque rigidiora.

ARTICULUS III.

De calore, & frigore Corporum.

216. CUm plurima in hoc argumento occurrentia sine ignis, & aquæ notitia intelligi, explicarique nequeant, ea duntaxat attingemus, quæ ad generalem caloris, & frigoris notitiam pertinent, reliqua suis locis reservantes. Ac imprimis quidem supponendum est, calorem sine respectu ad corpora majora sumptum non nisi gradu discrepare ab igne

elementari, ita ut ſicut hic habetur per celerrimas, ac admodum denſas oſcillationes corporis primigenie elaſtici, & undique diffuſi, ita calor conſiſtat in ſimili, etſi remiſſiore, motu oſcillatorio. Ex quo facile apparebit, calorem ipſorum majorum corporum, quæ calida dicuntur, nihil aliud eſſe, quam *motum partium illorum corporum ex oſcillationibus ignis ortum*, ſi nempe conſideremus modum, quo calor produci ſolet. Id enim apertum eſt, ſi corporis alicujus maſſa ita exagitatur, ut à tenuiſſima, & omnia permeante ſubſtantia (quam ætheris, calidi, ignis elementaris nomine veteres quoque perſpectam habebant) vel omnes, vel quædam tantum partes vehementi motu abripiantur, & reliquæ valide ſuccutiantur, calorem confeſtim generari, hoc eſt ejusmodi corporis ſtatum, quo ad O animale accedens, vel eidem applicatum ſenſum caloris excitare poſſit. Obſervationes innumeræ hanc caloris orignem exhibent. *I.* Corpora firmiora mutuo, ac vehementi attritu incaleſcere, ita ut etiam flammam concipiant, quotidiana experientia docet. Clavus in aſſerem adactus ubi ulterius propelli nequit, repetitis percuſſionibus calefieri ſolet. Virgula ferri ſæpius inflexa & reducta mirum in modum incaleſcit. Lamina ferrea ictibus continuatis tantum fervorem concipit, ut ſulphur, & pulverem pyrium incendat. Phoſphorus animalis ſolo digitorum attritu in flammam emicat. Attritu chalybis, & pyritæ ſcintillæ oriuntur, quæ nihil ſunt, quam pars ferri abraſa, & motu fuſa. *II.* Motu partium calorem excitari, oſtendunt experimenta calcis vivæ cum aqua efferveſcentis, Limaturæ martis, Lunæ, Saturni &c. cum ſpiritibus acidis inſignem calorem producentis, butyri antimonii cum ſpiritu nitri in calorem vehementem concitati, ſpiritus nitri fortiſſimi partis unius cum ſpiritus vini rectificatiſſimi 3 partibus in ignivomam efferveſcentiam exſurgentis &c. *III.* Idem caloris motus ſatis ſuperque ſe prodit in flamma, & corporibus inflammatis, unde ratio derivari poteſt, cur flamma pro diverſi-

tate

tate subjecti inflammati, aut nutrimenti diverso caloris gradu sensum afficiat. Cur flamma straminis, paleæ, lignorum spongiosorum &c. tantum efficere non possit, ut flammam lignorum solidiorū, & cur horum calor tam validus non sit, ac metallorum fluentium, nempe partes duriores ita agitatæ vehementius agunt in corpora alia. *IV* Speculis causticis (*fig. II.*) repræsentatis corpora comburuntur, & metalla funduntur. Nam per illa radii solares paralleli in certo puncto, seu foco colliguntur, à qua collectione major motus particularum ignearum existit, quo majora vero sunt specula caustica, eo major est focus, eoque major potentia.

217. Motum caloriferum caloris effectus apertius ob oculos ponunt, quorum primus est *expansio, rarefactio*, dilatatio non solum in aere, liquoribus spirituosis, aut etiam pulvere pyrio, sed & durissimis metallis, lapidibus, & vitris observanda. En (*fig. III.*) fonticulum, in quo aer calore candelarum rarefactus aquam ad insignem altitudinem propellit. Machina in superiore parte cava est, & non nisi aere repleta: tubuli laterales etiam cavi, & ita constructi, ut per eos ex superiore parte A ad inferiorem D liber aeri transitus permittatur. Inferior cavitas ad dimidium fere aqua repletur, candelis igitur accensis aer intra partem superiorem A contentus, expansusque premit aquam in D, illaque per tubulum E aquæ inditum, ac fundum fere attingentem sursum propulsa in f exstillat. Eandem à calore factam expansionem ostendit machina Papiniana (*fig. IV.*) ab inventore Dionysio Papino sic dicta) quæ cylinder est æneus robustior interne stanno obductus, superius operculo firmiter clausus, ut ne minimum quidem aeris exire possit. In hoc cylindro minimo caloris gradu intra breve tempus carnes, ossa ipsa in substantiam multiformem, & gelatinosam rediguntur, tincturæ, elixiria, juscula in itineribus præparantur, cujus ratio est, quia aer in dimidia, vel tertia cylindri cavi parte inclusus, calore etiam moderato,

mire expanditur, expansusque liquido incumbens illud vehementissime in poros corporum adigit, ac solutionem fere momentaneam efficit.

Alter caloris effectus à motu proveniens est *evaporatio*, seu expulsio minimarum partium. Hinc calore corporis nostri tantisper aucto sudor & insensibilis transpiratio simul augetur. In fusionibus & calcinationibus metallorum ingens vaporum sulphureorum quantitas expellitur. *Exsiccatio* & *induratio* limi ob evaporationem humorum, qui illum antea mollem effecerant. *Emollitio* ceræ, quia hujus partes viscosæ non adeo evaporationi obnoxiæ à motu calorifero diducuntur. *Fusio* mettallorum, *calcinatio* lapidum, *consumptio* inflammabilium, destructio per combustionem. In quibus omnibus manifestum est, nexum partium ab agitatis ignis moleculis quasi solvi, ut aliæ partes æthe is continuo oscillantis impulsibus facile cedere, iisdem cieri, ac fluere, aliæ vinculis expeditæ ipso ignis, aut aeris motu auferri possint, relictis sub calcis, vel cineris forma minus mobilibus, ac gravioribus.

218. Nota I. Calorem potissimum definiri relate ad sensus nostros, cum re ipsa aliquis caloris gradus in omni sit corpore, etsi frigidissimum appareat, ut dicemus *de igne*. Hinc si unquam, hic certe à sensibus nostris persæpe decipimur: si enim motus sanguinis in organis nostris sensoriis celerior est, quam motus aliorum liquorum, fiet, ut ex aqua, aliisque fluidis non calorem, sed frigus potius percipiamus, etsi re ipsa calor sit in ipsis corporibus. Sic balneum re ipsa tepidum frigidum judicamus, cryptas subterraneas calidas hieme censemus, etsi sint frigidiores, quam æstate (ut thermometrum ostendit) transimus nempe ex locis frigidioribus ad loca à rigidiore aere magis defensa, unde tam parum nobis mirum videri debet, hæc nobis apparere calidiora, quã parum mirum est omnia nobis videri tenebricosa, dum ex plena diei luce theatrum minus illuminatum intramus. II. Calor excitari potest non tantum applicatione

catione ignis, aut attritu, sed & *attractione* (ut fit in solutionibus metallorum plerisque) qua particulæ celerrime motæ se atterunt, elasticitate resiliunt, rursusque in se mutuo irruunt, arctissimeque sese invicem complectuntur. III. Nullam fermentationem esse omnis caloris expertem, ut aliqui arguere volunt, ex dictis colligi potest. Neque obest, quod descensus thermometri ostendat, fieri fermentationem frigidam, ubi semiuncia salis Ammon. cum 3 olei vitrioli unciis miscetur. Nam eodem thermometro teste (ut habetur *Mem. de l' Acad.* 1700) ostenditur hic calorem non abesse; si enim thermometrum suspendatur supra mixturam, ascendet. Ratio utriusque est, quia pars liquoris in hac fermentatione cum aliqua salium parte in majores moleculas concrescit, quæ sufficienter agitari non possunt, quid mirum igitur, si calor thermometri immersi minuatur motu imminuto? at vero fumi ex mixtura ascendentes erant calidi, expulsis nempe arcta salium crassiorum unione particulis volatilioribus, unde alterum thermometrum (quod in subtiliores fumi admodum calidi incurrunt) ascendere debuit. IV. Ignis quidem libere, & per omnia spatia transit, non tamen apparet sub specie ignis, nisi agitetur motu sensibili per concurrentem solidorum actionem, ut fit per attritum mutuum: nam si duo corpora elastica reciproce aguntur, omnes illorum partes comprimuntur, hinc oritur celerrima quædam vibratio, sicut in chordis tensis, quantæ hæ vibrationes sint, cognosces exemplo campanæ pulsatæ: quæ in omnibus suis partibus ita celeriter percutitur, ut inde oriatur stridor acutissimus. Ignis ergo intra poros corporum contentus per attritum vehementer comprimitur, atque laxatur, hinc ejusdem motus immaniter auctus, unde ratio fluit multarum observationum.

I. Cur sola elastica ignem generent per attritum, quia nempe in illis celerrimæ vibrationes fiunt. Hinc fluida aliqua, e. g. aqua, difficulter per attritum calent, quia minus elastica. Quod si tamen vi sum-

ma

ma urgentur per canales anguſtiſſimos: calor ab attritu ſuſcipitur, quia elementa ultima in his elaſtica utcunque videntur. Sic ſanguis per arterias violente actus calet in motu ſanitatis. At vero quo ſanguis plus accedit ad aquam minus elaſticam, aut quo magis elater in ipſis arteriis deficit, eo minus caloris intra O producitur. Ita *Boerhaav.* *II.* Si liquidum interponitur inter corpora attrita, ut ſi rotæ affundas aquam, impeditur, vel minuitur caloris motus. *III.* Ad calorem tritu generandum inepta ſunt illa corpora, intra quorum partes meatus ſunt adeo largi, ut intra illos aer, aqua, ſpiritus, olea libere introire poſſint. At vero ſi pori intercepti adeo exigui ſunt, nihil ut intra ſe niſi purum ignem admittant, tum corpora attrita facile igneſcunt, quia contentum intus ignem vibrationibus ſuis facile movere poſſunt. Unde facilis ratio datur, cur duo ligni fruſta inter ſe attrita non tam cito, ac in ſilice & chalybe, calor, ignis, & flamma oriatur. Nam lignum admodum eſt poroſum, ejusque partes valde flexiles, ut adeo pars una alteri cedat, pori non tam ſubito arctentur, nec aer, & aqua tam expedite exprimantur: igitur ignis non tam celeriter ibi commoveri poteſt.

210. Ex quibus hacteuus dictis facile intelligi poterit ratio *frigoris*, quod pro majore, vel minore intenſione majorem, vel minorem caloris ſeu ignis abſentiam notat, tumque à nobis percipitur, cum ad contactum frigidi corporis minore agitatione ſenſoria noſtra cientur, quam ſit intima nervorum noſtrorum agitatio. Cum enim calor ex dictis in nobis excitetur per motum partium, ſufficiet ad ſenſationem frigoris, ut motus ille in noſtro ſenſorio minuatur.

Hinc ſicut calor producitur, quando partes corporum ab igne vehementi motu concitantur, ita ceſſante; aut imminuto illo motu oritur ejusmodi ſtatus corporum, aut conſtitutio, qua ſenſorio noſtro applicata ſenſum frigoris producere ſolent, ut adeo frigus in ipſis corporibus ſpectatum nihil ſit aliud, quam

caloris

caloris imminutio. Id quod ostendi potest observationibus variis: quo plenior est partium in corporibus quies, eo frigidiora, sensu judice, deprehenduntur, ut apparet in lapidibus durissimis, metallis, vitris. Si frigus corporibus fluidis inducitur, h. e. si motus partium reprimitur, illæque sint ad concrescendum habiles, ex fluidis fiunt firma, ut patet in mettallis ab igne fluentibus, resinis, oleis crassioribus, aqua, vino frigore concrescentibus. Si motus partium ignearum poros corporum expandentium, remota causa motum illum conservante, h. e. caloris agitatione cessat, fluida mole minuuntur exemplo spiritus vini in thermometris Florentinis, & corpora solida constringuntur. Sic pendula in horologiis Hugenianis gelu ingravescente in sua longitudine aliquantum decrescere observationes accuratæ docuerunt. Instrumentorum astronomicorum ex metallo paratorum gradus intensa hieme sensibiliter contrahi Perraltius, & Cassinus testantur, ut adeo ordinarius, & proprius frigoris effectus sit sola condensatio corporum, quæ a mutua partium attractione impedito calore aucta desumitur.

220. Ecquid ergo (inquies) frigus non sit positivum quidquam, si ejus effectus sint positivi, ut *durities*, *concretio*, *constrictio*, *congelatio*? certe cum quilibet effectus realis habere debeat causam realem, ac positivam, admitti debet causa re ipsa agens, unde effectus frigoris oriantur. Sane frigus constringit partes corporum, prout est intensum, vel remissum, jam acriter, jam leniter sensoria afficit, findit labra, ac digitos, membra enecat, tumorem inducit, al livorem, arbores discerpit, quos effectus pura motus aut privatio, aut diminutio efficere non potest. Denique quomodo frigus tanquam pura privatio sensibus percipi possit, non intelligunt veteres scholastici. R Frigus *absolutum* esse puram caloris privationem (quod quidem in corporibus sensibilibus nobis notis nunquam datur ob circumfusum, & cum interno communicantem ignem, cum teste Fahrenheitio admixtione spiri-

tuum

tuum acidorum frigus semper augeri possit) frigus autem *respectivum* esse solum minorem gradum caloris, unde oritur ex omni ea causa, qua calor impeditur. Ex quo sequitur frigus non esse quid positivum, etsi plurimæ causæ frigus inducentes, hoc est, quæ motum caloriferum imminuunt, sint res omnino positivæ: ut nix, glacies, salia, venti spirantes &c. An affirmabis cœcitatem esse quid positivum, etsi causæ vel externæ, vel internæ oculi fabricam destruentes res sint positivæ? An obscuratio lunæ in eclipsi quid positivi dici poterit inde, quod terra umbram inducens lucemque intercipiens sit res positiva? Effectus illi, quos in corporibus frigidis observamus, effective non pendent à frigore, sed occasionaliter duntaxat propter frigus oriuntur ab aliis causis. Sic congelatio aquæ fit mutua partium ejusdem attractione *sublato æquilibrio ignis externi, & interni.* Cum enim ex dictis partes liquorum ob immixtum ignem in motu continuo sint ab externis motibus conservato, non aliter è liquoribus pars interni ignis abibit, ac pars aeris sese ex aqua liberet sublata pressione externa ob conatum sese æquabiliter diffundendi omnem in partem: quo fieri necesse est, ut attractio partium liquoris mutua vincat ignem residuum, efficiatque massam solidam, seu glaciem.

Alios occasionales frigoris effectus sic explico: labia, manus &c. finduntur, quia cessante caloris motu partes externæ constringuntur, his constrictis fluxus sanguinis, humorumque non ita amplius cum liber sit, liquores isti fermentant, corrumpuntur, in pus abeunt, fibræ alterantur, aer interior sese expandens majore vi per ruptam cutem exitum querit. Hinc est, cur ejusmodi partes congelatæ pejus se habeant, ubi igni admoventur; tunc enim fermentatio augetur. Unde in regionibus septemtrionalibus artubus applicantur nives, ut illorum meatus in loco tepidiore lenrius aperiantur, suaque sanguini redeat circulatio. Hinc rationem facile est derivare, cur arbores, ingravescente gelu, magno fragore rumpantur. Constricta enim

enim earum mole, ac congelantibus succis aqueis volumen illorum augetur, unde & per auctum liquorum volumen, & per ipsam constrictionem corpora fiunt fragiliora, sicut campanæ, mortaria ænea facile in frigore intenso rimas agunt, gladii in palæstris facile confringuntur, secures chalybe obductæ ad arboris ictum vitri instar dissiliunt, lapides fatiscunt, terra dehiscit &c. Ex quibus omnibus manifestum est, effectus in corporibus violentos non quidem à frigore effective pendere, sed occasionaliter contingere propter frigus ab aliis causis oriri. Denique frigus non aliter sentimus, quam tenebras, quatenus præsente corpore frigido sensatio alia in nobis fit, quam præsente corpore calido.

221. Quamquam hæc, quæ de frigore attuli, plurimorum Physicorum calculo probentur, *congelationis* tamen explicatio varias in opiniones RR. abstraxit. Mediam viam cum Cl. Musschenbroek tenent aliqui, qui etsi frigus velint puram caloris absentiam (V. Laudati Batavi *Ess. ph. s.* §. 999. *N.* 20. *& seqq. p.* 500) glaciem tamen sine particulis salinis frigoriferis haberi non posse contendunt, ut apud eundem videre est §. 911, *& seqq. p.* 449. ab his particulis majus glaciei volumen, vim glaciei diffringentem, aliorumque phænomenorum rationes derivare student e. g. Cur rigidiore quandoque frigore nulla fiat interdum congelatio, ut observat Maraldus (*histoire de l' Acad. Royal. An.* 1722.) rigidissimum frigus teste thermometro nullam effecisse congelationem, quæ tamen subsecuta est boream nitrosas secum particulas afferentem, quamvis frigus in thermometro minus fuerit indicatum; nempe prius pauciores frigoriferæ particulæ per aerem erant dispersæ, quibus postea copiosius advectis glacies illico enascebatur. Cur in quibusdam Persiæ, Armeniæ &c. locis (teste Tournefortio) per noctem ingens frigus sævire cœperit, etsi diurno tempore ob situm climatis admodum caleant: nam regiones illæ salinæ & nitrosæ sunt, ut adeo sal diurno calore volatile redditum nocturno tempore re-

labens

labens congelationes efficiat. *Gravesandius* cum aliis vim glaciei efformatricem repetit ab attractione, putatque minimas aquæ particulas, quas interjectus ignis continuo motu ciet, hujus defectu pressius inter se conjungi, ut juxta communes attractionis leges duri corporis induant rigorem rursus amittendum, ubi ingrediens ignis attractionem interturbaverit. Cl. Mairan sæpius laud. *in diss. sur la glace* ad glaciei genesin exponendam adhibet fluidum elasticum; dum enim locus aliquis frigore corripitur, motum materiæ subtilis adeo ait attenuari, ut æquilibrium materiæ in ipsis liquoribus latentis cum exteriore per plurimos liquorum poros communicante obtineri non possit, nisi post multam egressionem ejusdem motus minuatur, debilitato hoc motu motum quoque aquearum partium imminui est necesse, unde sequitur particularum arctior approximatio, superficierum se contingentium major affrictus, cohæsio, & durities. Incrementum voluminis in glacie repetit Mairanus tum à bullulis sensibilibus aeris, tum à deordinatione aquearum molecularum, quæ ob increscentes bullas aereas nequeunt exacte ad grad. 60. angulum componi, bullulæ quipppe aereæ interjacentes ob affrictum partium aquearum congregantur, majoresque redditæ vim elasticam exercent, ut vasa, & ferrei sclopetorum tubi disrumpantur. *Histoire de l'Acad. Royal.* 1670. Videtur itaque Cl. Mairano congelatio ab imminuto motu, & elaterio materiæ illius subtilis tanquam ab unica causa esse repetenda, quidquid efficaciæ alia corpora, & circumstantiæ ad glaciem adferunt, id eo conducit, ut activitas illius materiæ cohibeatur, ut adeo variæ esse possint glaciei causæ accidentales, elongatio à sole, radiorum solarium obliquitas, nitrum potissimum in locis illis, in quibus minera cupri torretur ob abeuntes in fumo plurimas salinas, vitriolicasque particulas; venti ex locis borealibus spirantes; suppressio evaporationum calidarum è sinu terræ emergentium ob ignem centralem.

222.

222. In hac opinionum dissensione censeo inprimis congelationem fieri mutua attractione particularum liquoris sublato æquilibrio ignis interni ac externi, *ut N. 220. dixi*, neque ad efficiendas congelationes requiri partes frigoriferas, salinas, & nitrosas, quæ interstitiis liquorum se insinuantes illam glaciei duritiem efficiant.

Primum ostenditur in fusione metallorum, quæ cum per ignem fiant fluida, per solum ignis discessum (sine ingressu aliorum corpusculorum partes figentium) fiunt massa dura, eo quod nullo, vel exiguo inter partes fluido corpore hæ se invicem immediatius contingant, magisque cohæreant. Cur igitur aqua, vel alii liquores per ignem fluidi, non condensentur pro rata hujus absentis portione? Alterum, quod nempe spiritus nitrosi per aerem dispersi ad compositionem glaciei tanquam partes ingredientes non requirantur, inde ostenditur *I.* quod quidam syrupi, teste experientia, admixtione salium colorem mutent, congelati autem pristinum conservent, ex quo deduci potest per hanc congelationem mixturam salium non fieri: nam si consistentia syrupi intra vas probe clausum congelati haberetur inde, quod ejusmodi salinæ particulæ interstitiis interponantur, hæ certe admodum copiosæ esse deberent, simulque subtilitatis incredibilis (ut & partes agitatas figere, possint & omni sese sensuum experimento subtrahere) at vero quis credat, particulas ejusmodi adeo copiosas (unde glacies fere semper $\frac{1}{9}$ majus volumen, quam aqua fluida, haberet) insensibiles ita fore, nihil ut de colore immutent; *II.* si salia figendis aquæ moleculis forent necessaria, facta glaciei solutione deberent se prodere, id quod minime fit. *III.* salia in aquam congelantem immissa circa medium concentrantur, quæ pars aut non congelatur, aut exiguam consistentiam habet, atque universim tota ejusmodi glacies minus est dura. *IV.* universim aquæ salsæ marinæ difficilius, in glaciem abeunt, quam aquæ dulces. Ex quibus omnibus patet, opinionem Muschenbroeckii de formatione

matione glaciei experientiæ esse adversam. Modo ad solvenda argumenta contraria phænomena quædam sunt explicanda.

223. I. Nives, aut contrita glacies cum sale communi, aut sale nitri, aut melius cum sale ammoniac. commisceantur, atque in lancem, seu paropsidem reponantur; lanx deponatur in aquam super mensa effusam, & agitetur aliquamdiu mixtura in lance contenta, orietur frigus ita, ut diffluentibus nivibus, etiam tempestate, & loco percalido aqua circa lancem congeletur, eamque mensæ adstringat: quod si mixturæ nivium, & salis ammon. affundatur spiritus nitri, frigus intensius enascetur. Simili modo fiunt congelationes artificiales, ubi salia, nitrum, alumen, vitriolum &c. ingens, & liquores in glaciem convertens frigus ad calentem etiam fornacem efficiunt, ita ut ignis subjectas nives liquefaciens congelationem etiam acceleret. Putant nonnulli hoc inde fieri, quia salia in aquam ingrediuntur, illiusque moleculas figunt. At præter ea, quæ *N.* priore diximus, obstare videtur quod experientia constet, salem nitri majus causare frigus, quam salem communem, cum tamen aqua plus solvat salis communis, quam nitri, unde spicula illa ingredientia parum servire deberent frigidæ aquæ; secus enim per salem communem majus frigus, & citius glacies obtineretur. Existimo igitur regelationem nivis, vel glaciei esse occasionem dictarum artificialium congelationum. Constat regelationem fieri æthere copiosiore in glaciem reducto, & cum æther nisu suo æquabiliter sese expandat, illuc affluit, ubi spatium reperit laxius, ut adeo minus copiosus maneat in spatio relicto. Ajo igitur in experimentis adductis ætheris partem sese è liquore proripere, subireque glaciem solvi incipientem, quæ aliquantum soluta pluribus superficiebus aut lancis, aut vasis se applicabit, unde iterum ætheris plusculum è liquore in latera confluet, donec residuus ignis in liquore vincatur mutua partium attractione, tandemque glacies formetur. Ex quo patet has

con-

congelationes promoveri omni eo, quod promptiorem glaciei solutionem efficere potest. Id quod præstant salia, omnia, quorum moleculæ in partes minutissimas ab aqua superficiei glaciei adhærente solutæ omni eo modo, quo solutio corporum in menstruis fit, glaciem solvere incipiunt, vicinoque ætheri patentem locum aperiunt. Hinc citiorem glaciem efficiunt spiritus salini, maxime nitri; nam repente soluta glacie vasi circumposita ignis è liquore simul egreditur, subitamque congelationem fieri sinit.

224. II. Ex supra dictis regiones quædam, etsi ultra 40 latitudinis gradum non sitæ, multa glacie rigent eo anni tempore, quo in remotioribus provinciis omnis jam glacies diffluxit, id quod inde potissimum est, quia salibus abundant. Certe crypta quædam non procul Vesuntione ipsis æstivis caloribus glaciem suppeditat, referentibus *Cl. Billerez, & Cassignyo ad Academiam Parisinam*, eo in loco terram esse nitrosam; inde etiam iis in locis frusta glaciei effodiuntur. Quorum quidem effectuum occasiones rursus sunt salia, & partes nitrosæ per aerem sparsæ eo fere, quo artificiales congelationes explicuimus, modo. Ubi ejusmodi exhalationes aerem opplent, non modo in ipso æquilibrium tollunt, sed & vapores aqueos in aere sparsos congelant, hæ partes congelatæ vicinis corporibus adhærescunt, frigusque excitant. Eandem ob rationem humores in terra latentes congelantur. Non parum huc conferet, si in terra salibus abundante meatus, per quos calor subterraneus perspirare deberet, facile obstruantur.

225. III. Potissimum argumentum Cl. Musschenbroek in eo est, quod si frigus foret causa congelationis, glacies toties deberet solvi, quoties liquor in thermometro esset supra 32°, qui est terminus glaciei juxta observationes pluribus annis factas, unde dum hunc gradum superat, glecies nunquam deberet perdurare, quod tamen observationibus Cl. Reaumur, Voltii, aliorumque solerter institutis repugnat, quibus conglaciatio perdurabat, etsi mercurius ad 36.

quin

quin 41° aſcenderit, ubi tamen glacies fere ſemper ſolvitur, dum mercurius in therm. 33°. attigit. Idem laudat. Batavus. obſervavit menſe Mart. & April. imo medio Junio poſt diem ſerenam, & mediocriter calidam noctu ſuperveniente vento Oſt, & Nord-Oſt ſuccos in plantis glaciatos eſſe, id quod defectu ſolius caloris videtur fieri non potuiſſe, hinc tribuit particulis frigoriferis per ventum advectis. At vero cenſeo rurſus iſthæc phænomena ſine omni ingreſſu partium frigorificarum per cauſas alias motum, ventum &c. explicari poſſe. Aere tranquillo, & in locis à vento immunibus majus frigus oſtendet thermometrum, quam 32°, ſine congelatione aquæ, quia tum eſt æquilibrium oſcillationum ignis, eadem motus quantitas, nec ratio ulla, cur ignis liquorem deſerat. At ſi novus ſemper, novusque ſuccedat, ſi agitatio quædam in ſuperficie liquoris contingat, facilius æquilibrium tollitur, & quodammodo via aperitur, qua egredi poſſit è liquore. Perſæpe accidit, ut licet thermom. in locis vicinis ultra gradum congelationis deſcenderit, aer tamen aquæ contiguus calidior ſit, eo quod aqua multo denſior caloris ſit retinens magis, atque aliquid hujus contiguo, ſtagnantique aeri tribuat: at ſi hic continuo motu cieatur, neque idem diu incumbere poſſit, citius calorem ad liquiditatem neceſſarium amittit aqua, faciliusque in glaciem abit. Exempla factarum intenſiore frigore regelationum a Muſſchenbroek allata ex dictis N. priore explicari poterunt. Salia enim per aerem ſparſa, quæ aerem refrigerarunt, ubi præcipitantur, riteque applicantur glaciei eam eodem, quo fit in congelatione artificiali, modo ſolvunt, non autem fiet ejusmodi ſolutio, ubi ſalia ſunt elevata, ſurſumque ſublata. Certe cum glacies alia ſit, alia durior, non ſtatim glacies ſolvi debet, dum aer calorem 32° non nihil majorem obtinet. Nam ſi intenſiora præceſſerunt frigora, illa gradatim à ſtatu majoris conſiſtentiæ deduci debet ad eum ſtatum, in quo primo forma ſolida conſiſtere debuit, fere ut linea-

rum

rum motu ab angulo acuto ad obtuſum tranſitus non niſi per rectum fit, ille igitur calor efficiet regelationem hoc ſenſu, quod glaciem facilius ſolubilem reddat, deinde primo reſtituetur ipſe liquoris fluor.

226. IV. Nonnulli permixtionem particularum peregrinarum cum glacie colligere volunt ex notatis his effectibus Inprimis aqua ex reſoluta glacie collecta crudior eſt, neque adeo tincturæ delicatiori velut Thee, aut Caffee opportuna, quod homines tenerioris guſtus illico perſentiſcunt. Deinde cruda manet niſi diu bullierit. Denique quidam cibi non ita facile in illa, quam in aqua pluvia coquuntur. Exiſtimo autem hos effectus, ſi ita ſunt, inde provenire, quod ſalia, aut aliæ pergrinæ particulæ (quas ſane aqua ante congelationem proprias habet) gelu vel eſſe expulſas, vel collectas magis, ut non amplius per ſolutionem glaciei æquabiliter ſeſe diſtribuant, atque aqueis moleculis incorporent, ſicut ante congelationem, id quod ex dictis infero: cum enim cruditas illa, ex qua acceſſus ſalinarum particularum derivant, per longiorem ebullitionem tollatur, hæc ſane partes per gelu collectas minutim; & pro rata portione ſingulis aquæ moleculis diſpenſabit. Similem mutationem factam obſervavit Geoffroy in aqua florum aurantiorum, quæ cum prius empyreuma referat, id congelata amittit, ut habet *Hiſt. Acad. An.* 1713.

227. V. In conſiderationem potiſſimum venire debet expanſio aquæ *glaciatæ* in majus volumen, id quod obſervârunt Florentini, Boyleus, Hugenius, quorum iſte cum hieme ſæviente in ferreum ſclopeti tubum aquam optime concluſam congelationi expoſuiſſet, advertit tubum etiam firmiſſimum ad ſpatium 4 dig. eſſe disruptum. Florentini ſphæram æneam diſruptam adverterunt, quod calculante Muſſchenbroekio non niſi vi 27720 librarum præſtari potuit. Iſthæc dilatatio glaciei durat etiam aucto frigore, ita, ut ubi jam tota aqua in maſſam ſolidam abiiſſe viſa eſt, pergat tamen extenſio in majus volumen. Explicârunt non-

nubi isthæc phænomena per bullas aereas in glacie conspicuas, at vero vix credibile est, earum expansionem tantarum esse virium, ut dictos effectus producant, præsertim cum perforata glacie aer violento cum flatu erumpere non advertatur. Hinc censemus cum Mairano, rationem hujus dilatationis quærendam esse in *mutato situ partium integrantium majus spatium requirente*, qui pendeat à figura, & attractione, cujus vires immensæ esse possunt, cum ad minima spatia agere debeant partes singulæ, ut magis perspicuum fiet, ubi agetur de viribus vaporum. Pro isthac opinione pugnant observationes Musschenbroekii, & Kraftii, quibus advertebant omnem glaciem etiam ex aqua (unde seu bullitione, seu ope antliæ extractus est aer) formatam specifice esse leviorem, innatareque aquæ, unde est nata, manifesto indicio, congelatione totam aquæ massam non condensari, sed potius rarescere certo situ partium integrantium, id quod in ferro ex liquido in consistens abeunte observavit Reaumurius. Cur autem crescente frigore incrementum sequatur extensionis, ratio est, quia cum nunquam summum frigus haberi possit, nunquam etiam partes omnes aquæ abeunt in massam solidam, aderunt semper in glacie moleculæ fluidæ nondum situm ad glaciem requisitum adeptæ, unde hæ crescente frigore successive congelantur. Quod ut fiat perspicuum magis, totum congelationis progressum paucis perpendamus. Incipiente congelatione prima glaciei filamenta formantur in superficie, ac lateribus vasorum adhærent angulo obliquo, juxta plurimas observationes, & quidem teste Mairano sub angulo 60°. His filamentis sese conjungunt alia, unde texitur prima pellicula semper quoad densitatem crescens. Cum autem credibile sit in tanto molecularum aquearum numero esse alias aliis mobiliores, illæ, quæ minus sunt mobiles, decrescente ætheris motu, se invicem conjungent, ætheremque ibi, ubi fit conjunctio, libere transire non patientur, conjunctis sic partibus aliis, inhibitoque ignis motu fiet filamentum, quod etsi

etsi inferius formaretur, enatare tamen in superficiem deberet, & attractione laterum vasis eidem adhærere. Fiet igitur in moleculis aqueis mutatio quædam, qua certam affectent figuram, aptæque fiant, ut & inter se, & vasorum lateribus adhærescant sub uno potius, quam alio angulo, si repentinum est frigoris augmentum, majora volumina incipient illico consistere. Diversitas autem glaciei quo ad duritiem, pellucidi-tatem, situm filamentorum admixtis partibus heterogeneis erit tribuendum. Aqua marina facilius in tenues lamellas, quam massam duriorem concrescit (id quod observatur etiam in aquis salinis) quia partes bituminosæ, & spirituosæ impediunt concretionem, atque prius à ceteris separari debent, hinc Maignanus in vino rubro ex admixta aqua obtinuit glaciem albam. Plura ejusmodi eleganter exposita reperies in laud. dissertatione Mairani de glacie.

228. VI. Restat, ut quædam adferamus de idoneo caloris, & frigoris criterio, seu *thermometro* (quod inventorem habuit *Drebellium* Hollandum) hoc modo constructo: accipiuntur duo segmenta sphærica A B C, D E F (*fig. V. Tab. IX.*) ut major superficies caloris, & frigoris actioni cojiciatur, quæ desinunt in tubulum G H usque in I liquore impletum, & vasculo stagnantis K L immissum. Jam aer duobus segmentis inclusus facillime calore expanditur, & consequenter liquorem in tubulo deprimit; cum vero frigore iterum constringitur, pressione externi aeris liquor in tubulo altius ascendit. Hoc thermometrum eo vitio laborat, quod si aer externus premens in K magis elasticus evaserit, quam sit aer in segmentis contentus, fiat liquoris ascensus manente etiam eodem caloris gradu. Usitatissima est, etsi nec ipsa omnibus erroribus vacua, ea thermometri species, quam Academici *Florentini* invenerunt. Constat phiala vitrea figuræ sphæricæ longo tubo hermetice clauso instructa, spiritu vini rectificatissimo coloris rubri repleta, ac ligneæ tabulæ una cum tubo exacte artata, in qua ad latus tubi scala descripta est in plures æqua-

les partes, seu gradus divisa. (vide *fig. VI.*) Incrementum aut decrementum caloris palam fit inde, quia quo magis augetur calor aeris, altius in tubo ascendit liquor, aucto autem frigore deprimitur, cum liquores calore dilatentur, & frigore constringantur. Nonnulla de hoc thermometro sunt insinuanda. I. ideo sumitur spiritus vini, quia purior, & levior majoris, & facilioris dilatationis est capax, ideoque ad incrementum, & decrementum caloris, ac frigoris indicandum magis idoneus. Idcirco rejicitur aqua vulgaris, tum quia non ita facile, ac spiritus vini, calore dilatatur; tum quia congelationi est obnoxia; tum quia fæces semper deponit. *II.* quamvis spiritus vini non sit, ut aqua, congelationi adeo obnoxius, sua tamen & ipse habet vitia, quæ impediunt, quo minus thermometrum ex illo confectum scopo exacte respondeat. Ut enim habet Musschenbroek (*Comment. in experim. natural. Academ. del Cimento* P. 1.) ætate videtur aliquando suæ elasticitatis facere jacturam, nec tam prompte suo ascensu obedire calori, quam cum recens erat. *III.* thermometro vitium posse subesse ob expansionem, & contractionem vitri per caloris vicissitudines, item ob inæqualem vitri diametrum, alii, putârunt. At utrique ab Eruditis facili negotio est occursum.

229. Factum idcirco est, ut Recent. Philosophi mentem dirigerent ad inveniendum aliud fluidum, quod & ordinatius, quam spiritus vini, in rarefactione moveretur, & nullam temporis successu elasticitatis jacturam faceret. Invenerunt igitur inter omnia corpora fluida *mercurium* conficiendo thermometro maxime aptum. Hinc originem habuit *thermometrum mercuriale* à solertissimo ejusdem artifice Fahrenheitio *Fahrenheitianum* propterea dictum. Tale instrumentum sic confieri docet cit. Musschenbroek. Immisso cylindro in nivem, vel comminutam glaciem in loco temperati aeris constituitur 32° scalæ, eo in loco tubi vitrei, in quo mercurius hærere deprehenditur. Immisso deinde tubo in aquam bullientem,

tem, locus, in quo mercurius hæret, notatur 212°. Diviſo tam ſuperiore, quam inferiore ſpatio in partes æquales, ſeu gradus, ſcalla perficitur. Quod ſi tubus admittat, diviſio fieri poterit usque ad gradum 600°, ad quem ſi mercurius perveniat, indicat calorem olei ebullientis, ſin vero mercurius infra 32 grad. deſcendat, indicat frigoris incrementum *V. fig. VII.* Ceterum qualiſcunque ſit graduum magnitudo & numerus (in quos ſcala dividitur) illud certe habet commodi iſthæc ratio, ut tam caloris, quam frigoris incrementa, & decrementa ex æquo indicentur. Nolim tamen quis exiſtimet thermometra mercurialia, atque juxta Fahrenheitianam methodum diviſa, ad comparandum inter ſe tam calorem, quam frigus, quo diverſa loca eodem tempore afficiuntur, inſervire, ut adeo judicari ſine errore poſſit, unius loci calorem eſſe ad calorem alterius eodem tempore, ſicut eſt altitudo mercurii in tubo thermometri, quod uno in loco adhibetur, ad altitudinem mercurii in tubo ejusdem therm. quod eodem tempore adhibetur in alio. Incertum quippe eſt, an idem frigoris gradus ad duo illa thermometra conficienda inſervierit; quis enim, (inquit Volfius) reſpondeat quærenti, an omni nivi idem ſit frigoris gradus? Juvat hic diverſorum corporum calores exhibere eo graduum ordine, quem thermometrum Fahrenheitianum notat.

gradu	32.	Aqua incipit congelari.
	90.	Notatur ſummus calor æſtivus.
	92.	Sani hominis calor internus.
	140.	Ceræ diffluentis calor.
	180.	Calor ſp. vini ebullientis.
	212.	Calor aquæ ebullientis.
	220.	Calor fluentis miſcellæ ex plumbo, ſtanno, & biſmutho.
	242.	Calor ſpiritus nitri ebullientis.
	420.	Calor ſtanni puri liqueſcentis.
	546.	Calor olei vitrioli ebullientis.
	550.	Calor plumbi puri liqueſcentis.

600. Calor mercurii, & olei ebullientis.
1000. Calor ferri candentis.
1200. Calor ignis accensi ligni.

ARTICULUS IV.

Explicantur Phænomena ſaporum, & odorum.

230. QUæ de ſaporibus, & odoribus ſunt dicenda, uno, eodemque articulo complector, quia inter ejusmodi affectiones maxima affinitas reperitur. Ac primo quidem nobis videtur ſapores, prout in ipſis corporibus inſunt, conſiſtere *in ea partium textura, qua fit, ut à ſaliva diſſolvi, illis nervorum apicibus, qui ſub linguæ, & palati membranis protuberant, apte applicari, hosque pro diverſa figura modis etiam variis demulcere, agitare, vellicare, ſtringere, ac compungere poſſint*, unde partes ejusmodi debent eſſe facile *ſolubiles*, ſatisque *rigidæ*. Ac primo quidem *ſolubiles* eſſe debent, ut à liquore ſalivali in minutias diſcerpi, atque ad apiculas nervorum per linguæ, & palati poros deduci, easdemque agitare poſſint. Unde corpora duriora non ita prompte ſolubilia, metalla, lapides, vitra, conchæ, oculi cancrorum, & ſimilia terrea ſaporis expertia deprehenduntur, quia liquefieri, & fundi à ſaliva, ſimilique humore aqueo tam facile non poſſunt, inde natum illud Chemicis familiare; *ſalia non ſaliunt, niſi ſint ſoluta.* Nullus enim ſapor eſt, ſi nullæ in corporibus particulæ ſolvi poſſunt, quæ ſe in occultos linguæ meatus immergant, nervorumque capillamenta concutiant. Hinc etiam eſt, quod deficiente aut craſſiore ſaliva ad ſolvendum minus apta, ut in ariditate faucium ab æſtu exorta, aut poſt ſudores in febribus ſapidiſſima minus ſapida, aut etiam inſipida videantur. Deinde partes ſaporum *rigidæ* ſatis ſint, eſt neceſſe, ut in exiles nervo-

nervorum propagines incurrere ea, qua oportet rigiditate possint. Hinc aqua pura, olea mitiora, aer sincerus, partibus non satis rigidis, sed flexilibus constantia, sapore desti uuntur. Ex quibus etiam patet, cur corpora calida magis sint sapida, quam frigida, cur sapores immutentur in maturatione fructuum, digestione, fermentatione, coctione culinari, putrefactione &c.

231. Cum salia his imprimis proprietatibus gaudeant, ea potissimum pro fundamento statuuntur saporum, vel sola, vel aliarum partium interventu temperata. Contendunt enim alii sola salia esse causas omnium saporum, alii vero salia corporum particulis admixta sapores producere statuunt, quæ quidem altera sententia maxime est verosimilis, cum non in tanta copia deprehendatur sal in omnibus corporibus, quæ ad sapores requiri videtur. Utcunque res fuerit, eodem recidere videtur; nam ad istarum partium molem, figuram, ac motum ultimo recurratur, est necesse. Bellinus quidem *in tract. de gustûs organo* solis salibus hunc effectum adscribit, eo quod post extractionem salium arte chemica ex corporibus hæc fiant insipida *V. journal. des sav.* 1666. Salia tamen variis modis modificari possunt per sulphura, terram, & aquam. Sulphura acrimoniam hebetant, obtundunt aciem, præstantque admixtione, ut organum gustus lenius afficiatur, ideoque dulcorem efficiunt, ut exempla Chemiæ ostendunt. Aqua diluit, dissolvit, & minuit. Terra simili ratione hebetat aculeos, ut moderatius pungant.

232. Præcipuas saporum species reduxerunt ad certa genera post Theophrastum Eresium Fernelius, aliique medici, quorum tandem octo constituerunt nempe acrem, amarum, salsum, acidum, austerum, acerbum, dulcem, oleosum, qui potissimum ostenduntur per exempla, ut fecit *Grevius* Anglus. Sapor igitur *amarus* est in absynthio, dulcis in saccharo, acidus in aceto, salsus in sale ordinario culinari, calidus in cariophyllis, frigidus in nitro, aromaticus

in

in cinnamomo, nauſeoſus in Rhabarbaro, vapidus in albumine ovorum, unctuoſus in oleo, adſtringens in gallis, ut taceamus reliquos, de quibus videri poteſt *Verarieſius Phyſ. general. C. VII*. Diverſitetem horum ſaporum explicare conati ſunt nonnulli per varias particularum figuras, ut Volfius C. 12. *de anima brut.* At vero omnia illa vix ultra conjecturas probabiles aſſurgunt. Jllud hic in tanta ſalium diverſitate facile concipi poteſt, quomodo combinatione, & admixtione variorum diverſi adeo ſapores naſcantur; ſicut enim colorum mixtione accedentibus juxta leges artis umbis diverſiſſima oculis ſpectacula objiciuntur, ita per mixtionem variarum particularum diverſi oriuntur ſapores: id enim in guſtu præſtant principia ſalium, ſulphuris, terræ, & aquæ, quod umbæ in pictura moderatione colorum. De facili certe ſaporum mutatione teſtantur experimenta, quorum aliqua referamus. In fructibus immaturis ſucci ſapor primo auſterus ſola interiorum partium digeſtione miteſcit tandem, ac dulceſcit. Acetum cum plumbo, & ſtanno in liquorem dulcis, ſed noxii ſaporis abit, & ferrum aceto injectum acorem hujus in parem dulcedinem vertit. Saccharum ſola uſtione dulcedinem ſuam perdit, amarumque redditur. Vinum phiala clauſa contentum agitationibus molendini alati per aliquot dies concuſſum, aut in tepidum ignem ſepoſitum in acre acetum abit. Nicotianæ herbæ fumus, prægustato vitriolo, ore acceptus inſtar mellis dulceſcit, ut habet *le Grand in hiſt. nat. p. VII. Art. III.* Cibaria cocta ſi adurantur, amara fiunt, quod in cruſta panis, & carne nimis toſta manifeſte patet. Vinum per puriſſimam arenam percolatum colorem, & ſaporem exuiſſe Rohaltius eſt expertus. *V. phyſ p.* 1. C. 24.) Alias denique mutationes miras corpora varie combinando periculis ſuis ſubjecit *Boyleus*, quas recenſet *Clarckius in Annot. ad locum cit.*

Sed & ſaporum varietas habetur ex diverſa conſtitutione fluidi ſalivalis, ac diſpoſitione organi ſenſorii. Hinc febricitantibus, in quibus propter nimium

um febris calorem ſalivalis humor eſt exhauſtus, alimenta videntur inſipida. Guſtus organum ex morbis, conſuetudine, aliisve cauſis mutari poſſe oſtendunt diverſæ ætates in eodem homine diverſitatem ſaporum inducentes. Hinc caſeum amant alii, alii execrantur. Fumus tabaci, qui primum ingratiſſimam impreſſionem fecerat, longo uſu in deliciis eſt &c. Unde illud tritum, *de guſtibus non eſſe diſputandum.*

233. Qualitates olfactiles, ſeu *odores* ſi in corporibus ſpectantur, in eo conſiſtunt, ut *effluvia maxime exilia aeris alluvio à corporibus abrepta & cum eo tanquam vehiculo ſub actu inſpirationis narium cavernas ſubeuntia harum fibrillas nerveas vario modo impellant, atque commoveant.* Organum huic ſenſationi deſtinatum (ut alibi dicetur) eſt cuticula interior narium nervorum extremitatibus repleta, in quas particulæ odoratum excitantes incurrunt. Unde qui rheuma contraxerunt (quod illud olfactus organum obſtruit) nullos fere odores ſentiunt. Nec male *le Grand in Hiſtoria nat. p. II. Art. VI.* affinitatem ſaporis, & odoris in eo quærit, quia iisdem fere modis generantur, & organa ſtimulant, præterea quod animalia olfactu cibos eos venentur, quos gratos ipſorum ſapori natura fecit. De effluviis emanantibus dubium eſſe non poterit, ſi quis perpendat I. odores vento adverſo ad nares advehi, & ſecundo diſſipari. II. Corpora odorifera, ſi effluviis odoratis priventur, reddi inodora, quod in deſtillationibus, extractionibus, aliisque chemicis ſeparationibus, ſpeciatim in aromatibus (ſi oleum, & partes volatiliores expellantur) nec non in aquis deſtillatis ſpiritibus chemicis, floribus, herbis, exhalante temporis tractu cum partibus ſubtilioribus ipſo etiam odore manifeſtum eſt. III. Quibusdam corporibus effœtis odorem poſſe reſtitui, ut in China, & India orientali Moſcho, & Zibetho effœtis fragrantiam ſuam per partes ſalino-oleoſas reſtituere nôrunt.

Neque quis hic obmoveat, vix fieri poſſe, tam amplum aeris tractum (qualis ſæpe ejusmodi effluviis

viis refertiſſimus eſt) ab tot rerum odoratarum effluviis imbui, explerique, cum quorum ingenti copia tota corporum eadem emittentium moles æquari vix poſſit, ubi interea in tali corpore nullum quantitatis, ac ponderis decrementum notari poſſit. Tota hæc difficultas nulla videbitur ei, qui ea, quæ de ſtupenda corpuſculorum exilitate, ac diviſibilitate (*N.* 54. *& ſeqq.*) dicta ſunt, probe expendat. Specialim quod attinet ad decrementum ponderis, vel ſolius Boylei experimentis (*V. Tract. corp. conſiſtent. Atmoſpher.*) conſtat, corpora odora notabilem ponderis ſui jacturam pati. Quod non ſemper, nec in omnibus molis, & ponderis decrementum obſervetur, in cauſa eſt tum ſtupenda particularum exilitas, tum inſtrumentorum plerumque minus accurata ſtructura, lancium inſenſibilis extenuatio, ſi uſu cumprimis lente deterantur. Accidit etiam, ut partes humidæ, terræ in pulverem attenuatæ, aliæque per aerem ſparſæ in locum diſcedentium ſuccedant, pondusque ſuppleant.

234. Quænam igitur, inquies aut cujus naturæ ſunt exhalationes odorem ſpargentes? Exiſtimo eſſe *naturæ ſalino-oleoſæ*, ut adeo hæ particulæ pro principio, & radice odorum haberi poſſint. Id quod rerum Chemicarum peritus haud quaquam negabit; illud enim inprimis compertum habemus, omnia corpora odora habere partes oleoſas, pingues, ſulphureas facili opera ſenſibus ſubjiciendas, unde omnia O odora vel tota ſunt inflammabilia, vel partes ſaltem inflammabiles in ſe continent. Deinde Chemicis experimentis oſtendi poteſt, corpora ſulphureis partibus privata reddi inodora. Puræ tamen, ſibique relictæ moleculæ ſulphureæ cum ad organum olfactus rite perſtringendum non ſufficiant, ſalibus (illis ſolvendis, alterandis agitandis &c.) idoneis aculeatæ ſint eſt neceſſe. Quando igitur partes ſulphureæ à ſalibus explicantur, & cum iis certa proportione congrediuntur, tum demum mixta exſurgunt habilia, quæ ob ſal volatile penetrandi, vellicandique vim habent,

habent, & propter adunctam ſubſtantiam ſulphuream alterationem odorum inducunt. Unde nec talia volatilia pura ſine conjunctione partium ſulphurearum (qualia quidem ex mente *Bohnii diſſert. Chem. V.* §. *VI.* vix concipi poſſunt) olfactum eo modo afficere poſſunt, quali ad producendum odorem opus eſt, licet vellicare narium membranam, & inſigniter pungere inſtar Euphorbii, moleſtiſſimamque ſenſationem (qua ſternutatio, & ſeri lacrimalis, ac narium ſtillicidium oritur) inducere poſſint. Quemadmodum vero de ſapore diximus, ita in odoribus evenire debet, ut ex variorum commixtione odor gratus, aut ingratus oriatur, prout nempe partes odoriferæ ſenſorium vel blande vellicant, vel majore, & moleſtiore agitatione fibrillas afficiunt. Qua de re plurima experimenta a *Boyleo* inſtituta videri poterunt in *Annotat. Clarkii phyſica Rohaltii p. I. C. XXV. adjectis.*

235. Sicut omne id odores corporibus exprimit, quidquid exhalationes ciet, ac promovet (ut dicetur *de generatione, ac elevatione vaporum, & halituum*) ita eorundem odorum vehiculum eſt aer continuo à nobis inſpiratus per nares æque, ac os, qui moleculas iſtas minimas rapit, propellit, atque ſic organo olfactus admovet. Unde ſi partes odoratæ attritu, igne, calore, fermentatione, putrefactione commoveantur, extenuentur, expediantur, ab aere ſe facile abripi patiuntur. Hinc vitra aſſiduo motu contrita, gemmæ reſolutæ, lapides vel frictu calefacti, vel in pulverem redacti, ligna torno agitata notabilem ſpirant odorem. Hinc ſuffimigiorum odores igne, & calore, aliorum vero corporum fermentatione, vel putrefactione evolvuntur. Hinc ſi ſali ammoniac. addatur vel ſal alcali, vel calx viva partes volatiles confeſtim prodent, ut prætercam plurima alia experimenta Chemica. Hoc vehiculum pro diverſo ſtatu vim effluviorum odoratorum varie moderatur. Incaleſcente nimium aere, & ſicciore illa nimis attenuantur, diſſipantur, disjiciuntur. In refrigeſcente, & roſcido colliguntur, apte ſolvuntur, nec ita facile diſper-

ſperguntur. In frigido vel non ita prompte ſecedunt, vel præcipitantur. Unde mane inprimis, ac veſpere florum, herbarumque in hortis fragrantia nares ferire ſolet, ubi tempore meridiano, & nocturno, aut etiam flante borea (aere nempe vel calidiore, vel frigidiore) exigua eſt exhalationum odoratarum preceptio.

Sine reſpiratione per nares nullos odores precipi *Loveri à Neethamio, & Volfio* citati experimentum oſtendit. Jlle cum cani aſperam arteriam ſumma circumſpectione præcidiſſet, atque ita extraverſa trachea vulnus perſanaſſet, ut non amplius per os, aut nares, ſed per ſolum guttur ſpiritum ducere poſſet, obſervavit canem cum voce etiam olfactum, quamvis teterrimis odoribus ſollicitatum, amiſiſſe. Providentiſſimo igitur Creatoris conſilio factum eſt, ut organum olfactus ibi ſit poſitum, ubi aer reſpiratione ductus impetu nares ingreditur, qui cum odoratis particulis eſt refertus, has ad fibrillas nerveas impingit, easdemque exſtimulat. Unde quo quis fortius adducit aerem, eo magis percipit odores, nullum preceptu-rus, ſi aut ſpiritum cohibet, aut aerem per nares expellit.

236. Ex dictis rationem etiam derivabis, cur non idem omnibus odor ſit gratus, & ſicus convivarum diverſus eſt guſtus, ita & odorum varius ſit ſenſus. Reperiuntur nempe, qui per ſpecialem ſenſorii diſpoſitionem ſeu hæreditariam, ſeu imaginatione impreſſam, ſeu conſuetudine contractam res ſuaviſſimas execrantur. Exemplis plena ſunt Phyſicorum, ac Medicorum ſcripta; ſic aliqui roſarum, fragorum, morerum, ſimiliumque florum, ac fructuum percepto odore lipothymia corripiuntur. Teſte *Lemnio* (*de occultis naturæ miraculis*) ſervus Carnificis unguentorum pretioſorum fragrantia in pharmacopolio non ſolum deliquio concidit, ſed & admotis balſamis pene fuiſſet enectus, niſi pædore tibialium, & graveolentia cloacæ eſſet reſtitutus. Unde in Catarrhis, gravedine &c. ob lympham viſcidam, aut abundantem

idoneas

idoneas particulas involventem, & naturalem nervulorum tensionem mutantem vis odorandi imminuitur, ac cessat.

ARTICULUS V.

Exponitur naturalis soni origo, ac Constitutio.

237. SOnum spectamus tripliciter, inprimis prout est in corporibus sonoris, deinde ut est in medio, per quod propagatur, denique ut est in perceptione sui, seu organo auditus. Ultimum ad physicam specialem pertinet, priora hoc loco expedire conabimur præmissis notionibus huc facientibus.

I. Tremor est *frequens vibratio, seu frequens, & repetita tensio, & restitutio ejus, quod tremere dicitur.* Talis motus contingit in chorda tensa & percussa, quæ observatur frequentissime ire, ac redire, ut priorem situm obtineat. Dixi tremorem positum esse in vibrationibus valde frequentibus: nam ut observat De Lanis (*Tom. II. Magist. nat. & Art. L. IX. C. II.*) si chorda satis oblonga, & modice tensa hinc inde lente agitetur, ita ut singulæ vibrationes numerari possint, illa non dicitur tremere. Duo tamen motus hic distinguendi sunt, *motus tremulus partium minimarum*, cum partes ipsæ frequentissimis vibrationibus agitantur, & *motus oscillatorius totius corporis*, cum totum unius instar frequentissime oscillat.

238. II. *Sonora* dicuntur, quæ percussa, aut inter se mutuo collisa sonum excitant, ut campana pulsata. *Centrum soni* est illud punctum, ex quo sonus diffunditur. *Sonus directus* est, qui à corpore sonoro recta fertur, *reflexus*, qui ab obstaculo, in quod incurrit, regeritur. *Radius sonorus* est recta linea ducta a centro soni, secundum quam propagari concipitur.

III. Ea

III. Ea duntaxat corpora sunt sonora, quæ percussa tremorem concipiunt, ut notat *Cl. Haller not. in Prælect. Acad. Boerhaavei* his verbis: „notissimum „ est nonnisi à duris corporibus, quæ cum resisten- „ tia oscillant, sonos produci. Ita neque chorda ma- „ xime elastica sonat percussa, nisi quando tensa est. „ Videtur, quando libere movetur, non cieri in tre- „ mores particulas minimas „. Certe tremore affici corpus, dum percussione sonum edit, extra dubium est; si corpori sonoro imponantur festucæ, frustilla chartæ &c. subsultant; pulvisculi in aere volitantes, qui in obscurum cubiculum immisso radio solari apparent, sonantibus nervis musicis in motum visibilem concitantur.

IV. Cessat sonus, quamprimum sonori corporis partes tremere desinunt. Experientia enim constat sonum debilitari plurimum, aut etiam plane extingui, ut primum prohibetur, ne exiguæ sonori corporis partes tremulo jam motu affectæ amplius tremant. Fides clavi cymbali percutiatur calamo, ut sonum edat, tum applicetur ei frustillum panni, aut aliud corpus molle, cessabit sonum edere. At si prope admoveatur lentissime stylus chalybeus, aut quodvis O durum, rursus sonabit chorda.

239. V. Sublato aere nullus sentitur sonus, licet corpus sonorum valide percutiatur. Qua de re audiendus erit Musschenbroekius *Comment. in tent. Exper. natur. Acad. del cimento ita loquens*: „ Abunde hac „ tempestate constat ex pluribus de sono factis expe- „ rimentis, campanam, & quodvis aliud sonorum O „ in vacuo inclusum, nequaquam sonare, utcunque „ pulsetur, agiteturve. Ut vero hoc experimentum „ rite succedat, cavendum est, ne recipienti inclusa „ campana motum suum cum ipso recipiente, ullave „ ejus parte communicet; tum enim educto omni ae- „ re nullus percussæ campanæ auditur sonus. Cum „ campana primum recipienti immittitur, attendatur „ ad soni intensitatem, quam pulsata edit, tum aer „ recipientis rarefiat parum, illico decrevisse inten-

„ sitas

„ ſitas obſervabitur, imo in ſingulis majoris rarefa-
„ ctionis gradibus intenſitas ſoni minuetur, donec
„ tandem prorſus percipi nequeat. E contrario cam-
„ pana includatur firmo recipiente metallico, in quo
„ condenſetur aer, manifeſto ſonus increviſſe audie-
„ tur, & quo aer magis condenſatur, eo etiam cla-
„ rius percipietur campanæ ſonus. His præmiſſis ſit.

240. *Propoſitio I.* Sonus in ipſis corporibus ſpectatus conſiſtit in motu tremulo partium minimarum elaſticarum. Probatur. Tanta eſt connexio inter ſonum & motum tremulum minimarum partium corporis ſonori, ut illo tremore habeatur ſonus, eoque ſublato, vel diminuto ſonus ipſe vel ceſſet, vel minuatur: igitur in eo motu ſonum conſiſtere eſt manifeſtum. Oſtenditur id ipſum variis obſervationibus: corpora partibus rigidis, & elaſticis conſtantia, atque dum malleo, aut alio modo ita percutiuntur, & colliduntur, ut alternis particularum, & celerrimis tenſionibus, & reſtitutionibus motum tremulum concipiant, ut campanæ, chordæ &c. ſonora ſunt. At vero corpora partibus flexilibus, & mollibus inſtructa ut tremori concipiendo, ita ſono edendo minus ſunt idonea. In metallis apertum eſt, quod quæ rigore temperato partium alia ſuperant, ad tremorem, & ſonum edendum magis ſint habilia, hinc cum ſtannum magis, quam plumbum, argentum magis, quam aurum, chalybs magis, quam ferrum rigeat, alterum altero etiam magis eſt ſonorum. Et cum ex commixtione cupri, & ſtanni ea partium conformatio oriatur, ut partes debito elatere gaudentes tremulo motu contremiſcant, hinc etiam ad campanas conficiendas hæc maſſa magis eſt apta. Tremorem autem non oculis tantum, ſed digitis etiam obſervabis; ſi campanam vitream, aut metallinam malleolo ferias. Ceſſabit illico ſonus, ubi applicatione alterius corporis tremor ille partium fuerit cohibitus. Sic ſi pannus injiciatur tympano, ſi campana ſtringatur manu, ſi fidibus muſicis applicetur corpus molle, ſonus aut minuitur,

minuitur, aut amittitur, impedita nempe contremiſcendi facultate.

Quod autem corpora non ſint ſonora, niſi adſint tremores particulares minimarum partium, variis Cl. Virorum *de la Hire*, *Perrault*, *Carrée*, *& du Bois* obſervationibus eſt deprehenſum. Suſpende ex digito manus ſiniſtræ forcipem focariam, & altera manu utrumque illius brachium ita comprime, ut ablata manu ſitui ſe ambo reſtituant, obſervabis vibrationes eſſe mutas. Age, & loco hujus elaſticæ divulſionis corpore alio ſolido forcipis brachia concute, vibrationes erunt ſonoræ, ubi nihil aliud, quam tremor minimarum partium accedit. Id ipſum experieris in chorda, ſupra quam ſi pecten ſebo illitum ducas, obſervabis quidem vibrationes, ſed mutas; ſonum habebis alio pectine reſina illito, quia corpus, quo chorda tangitur, eſt magis durum, ut adeo partes minimæ particulares vibrationes recipere poſſint. Sic etiam ſi labro poculi vitrei tenuioris apprimas, circumducaſque digitum madidum, auditur ſonus clarus, obtuſior fit, ſi aliquid aquæ infundas; affuſa enim aqua ſeſe difficilius partes ſingulæ trementes commovent, nec tam ſæpe intra idem tempus eunt, ac redeunt. Clarus ſibilus auditur, ſi filum ferreum, aut flagellum celerrime per aerem agatur, quia particulæ aeris vehementi attritu motum tremulum imprimunt, recipiuntque à particulis horum corporum. Rurſus ubi labris compreſſis aer ex ore propellitur, eorum tremore ſonus oritur ex mutuo attritu.

241. *Propoſitio II.* Sonus in medio ſpectatus eſt motus tremulus, & oſcillatorius aeris prorſus analogus corpori ſonoro. Inprimis motum aeris ad ſonum requiri vel illud ſupra inſinuatum abunde probat, quod in vacuo antliæ quomodocunque campanulam è filo ſuſpenſam ferias, ſonus deficiat nulla alia de cauſa, quam quod tremor partium campanulæ ob exſuctum aerem medio ſit deſtitutus ad organum auditus perveniendi. Quod autem motus is ſit tremulus, & oſcillatorius, inde eſt, quod cum ejusmodi motus detur

in

in corpore ſonoro, communicabitur etiam aeri contiguo, præſertim cum in propagatione pars aeris A contigua parti b relate ad hanc agat vices corporis ſonori. Accedit, quod in multis inſtrumentis fiſtulæ formam referentibus ex materia non elaſtica factis e. g. ex plumbo ſonus aliter explicari non poſſit, niſi quod aer per celerem impulſum in tales tremores agatur, quales excitantur in aliis inſtrumentis elaſticis. Sic (*fig. VIII. Tab. IX.*) aer per rimam fiſtulæ C D E F egrediens ab externo partim repellitur, partim impactu dividitur per aciem C D, ut intra cavum fiſtulæ incurrat in eum, qui prius jam continebatur, ſicque & contremiſcat, & oſcillet.

Sunt nonnulli cum Scheuchzero, & Le Catio, qui exiſtimant ſonum, prout eſt in medio, conſiſtere in tremulis particulis aeris ſubtilioribus, ac minoribus, non vero majoribus, item ad explicandam ſonorum diverſitatem requiri diverſas aeris partes, quæ diverſas vibrationes recipiant, atque propagent, ut nempe explicari poſſit modus, quo aer ejusdem cubiculi plurium ſonorum vibrationibus ſimul affici poſſit. Contineri igitur inquiunt in aere plurimas heterogeneas, & ſubtiliſſimas partes, quæ quidem ut varia figura, magnitudine, ac duritie ſunt præditæ, ita varia quoque elaſticitate donantur, variique impulſibus ſic ſunt idoneæ, ut ad certam quampiam vibrationem, ſeu tremorem corporis ſonori illæ duntaxat aeris particulæ, quæ pari elaſticitate gaudent, viribus ſuis elaſticis proportionatum tremorem accipiant, atque eundem tremorem aliis contiguis, ſed concordibus particulis communicando tandem ad ipſum usque ſenſorium transferant, aliis diverſæ elaſticitatis particulis non contremiſcentibus. Theoriam ſuam confirmant tum ex analogia lucis, quæ plures etiam diverſæ refrangibilitatis radios cõplectatur, qui apti ſint non tantum diverſos colores excitare, ſed etiam à ſe invicem ſeparari poſſint, tum etiam quod percipiamus, ſi cytharæ bene concordatæ penes ſe jacuerint, & alterius quidem cytharæ una aliqua chorda pulſe-

tur, alterius quoque cytharæ chordam ejusdam toni sonare, quia nempe hæc chorda ad unisonum tensa ejusdem prorsus elasticitatis est, ut à commoto per aliam similiter sonantem chordam aere commoveri possit. Hinc explicant, quomodo aliis aeris particulis in eodem cubiculo aliter, atque aliter contremiscentibus varii toni simul possint audiri. Sit igitur.

242. *Propositio III.* Excitatur, & propagatur sonus per aerem atmosphæricum etiam crassiorem, nec certæ soni speciei certa etiam aeris species necessaria est. *Pars prima* inde est, quia nulla est ratio, cur aerem crassiorem negemus idoneum ad recipiendos tremores, & oscillationes chordarum. Certe extracto ex recipiente aere probabilius crassior imprimis educitur: cum igitur tunc fiat imminutio soni, eundem plurimum ad sonum conducere manifestum est. Rursus ubi in recipiens aer intruditur, augetur sonus à campanula intra illud excitatus, atqui nulla est ratio, cur id fiat præcise ex augmento aeris rarioris, cum sine discrimine condensetur. *Pars altera* his rationibus ostenditur. *I.* etsi fortassis in dicta theoria facilius concipiatur, quomodo soni diversi aeri communicentur, non tamen facilius intelligitur, quomodo tot diversæ aeris partes durante propagatione non confundantur, aliarumque interpositione turbentur. *II.* ex dicendis sonorum varietas habetur per diversum tremorem numero vibrationum proportionalem: atqui tam diversus tremor, quam diversus numerus vibrationum in aere recipi possunt: cum enim particulæ aereæ sint dislocatæ, pro diversitate impulsuum diversum quoque motum tum inter se, tum quo ad majusculum aliquod spatium, seu latitudinem pulsuum (ad quam se extendit compressio, & dilatatio) habere possunt.

243. Neque opponi potest I. maxima campana nihil motus flammæ candelæ communicat, ubi tamen exilis ventulus, seu motus exiguus aeris crassioris eam agitat, ac extinguit, ut adeo non aer crassior, cujus motus ventum efficit, sed potius aer illo multum subtilior

tilior ſit, qui à corporibus ſonoris impellitur. Neque II. ſi propagatio ſoni haberetur per earem ordinarium, tunc perceptione plurium ſimul ſonorum deberet aer multiplici, hacque diverſa ſimul vibratione agitari, quod fieri non poſſe videtur; quis enim dixerit eundem aerem eodem 1'' 25, & 50 vibrationes ſimul abſolvere? Neque III. aer probabilius conſtat ex particulis heterogeneis, hæ autem non poſſunt eosdem motus corporum ſonantium recipere, ſicut chordæ heterogeneæ diverſos ſonos edunt. R. enim ad *primum*, ex eo, quod per pulſum campanæ in flamma nullus fortior motus excitetur, minime probari, ſonum fieri per aerem ſubtiliorem; nam juxta dicta ſonus fidium poteſt imprimere motum particulis ſubtilibus. Quod autem flammam non extinguat, id tribui poteſt efficaciæ ignis, ſolumque probat motum aeris in vento eſſe diverſum ab eo, quo ſonus perficitur. Ad ventum requiritur, ut licet minor, conſtans tamen ſit celeritas aeris particulis impreſſa, qua quodammodo fluere incipiat, nec in priorem locum reſiliat, ut fit in ſono, ubi oſcillationes motu retardato, & accelerato per exigua ſpatia breviſſimis temporibus abſolvuntur. *Quod altero loco eſt propoſitum*, difficultatem non patitur; nam durante pulſu uno determinati ſoni ſupervenire poteſt pulſus alterius chordæ, adeoque idem aer in motu conſtitutus accelerari, hoc ipſo autem eodem tempore diverſi ſoni ſenſibiliter percipientur, e. g. ſi ſonus intra 1'' vibrationes habeat 64 & alter 512, poſt 64 acutiores ſemper una obtuſioris conjungetur, unde cum auris usque ad 64. vibrationes ſoni acutioris æquabiliter ſemper afficiatur, unicum ſonum percipit, deinde accedente jam ſoni gravioris vibratione inter 64 & 65 non æqualiter amplius, ſed aliter afficietur, percipietque ſonum duplicem. Cum autem tempuſcula iſthæc ſint breviſſima, apparet nobis hos ſonos ſimul præcipi, etſi diſtincte nunquam duos ſimul ſonos audiamus. Id quod tribuendum eſt imperfectioni ſenſuum, ſicut ob ſimilem cauſam ſit ut titione arden-

te in circulum acto videamur nobis videre integrum ignitum circulum, ubi tamen in unico duntaxat hujus apparentis circuli loco ignis re ipſa eſt. *At tertiam denique dico*, particulas aeris minimas hetorogeneas eosdem ſonos poſſe recipere, ſi illæ ſint homogeneæ quo ad portiones majores, quibus fiunt pulſus ſonori. Nam non tremor particulæ minimæ ſolitariæ, ſed tremor aeris in certo ſpatio contenti conſtituit ſonum, cum ex totius pulſus tremore & compreſſione ſpecies ſoni derivetur, reſultetque ex omnibus licet diverſis inter ſe partium minimarum tremoribus. Inſtantiam habes in ipſa chorda ſonora, quæ etſi non conſtet particulis omnino inter ſe ſimilibus, ſi tamen partes habeat æquabiliter inter ſe mixtas (ita ut portiones majores integris oſcillationibus idoneæ ſint inter ſe homogeneæ) æqualem ſonum edet. Pari ratione etſi ſingulæ aeris particulæ inter ſe ſint heterogeneæ, modo ita æquabiliter ſint diſpoſitæ, ut in ſpatiis, in quibus integri pulſus fiunt, nulla ſit ſenſibilis varietas, eosdem certe ſonos recipient.

244. His ita conſtitutis modus quo fit propagatio ſoni per aerem, accuratius aliquanto erit exponendus. Oſcillantes igitur corporis fibræ itu ſuo premunt proximas aeris partes, easque condenſant, ſuo vero reditu ſinunt easdem elaſticas, compreſſasque aeris partes reſtitui, ac dilatari, ac proinde efficiunt, ut proximæ primum, tum quæ ſequuntur, eant, redeantque, ac proinde ut non ſecus, atque ipſæ ſonori corporis partes, conciſis vibrationibus moveantur. Ita porro oſtendit Nevtonus (*Prin. p. l. 2. Prop. 43.*) ſolidum corpus, cujus partes tremulo motu ſint affectæ, eundem ipſum tremorem fluido elaſtico, cui immerſum fuerit, communicare, en verba illius l. c. „ partes corporis tremuli eundo, & redeundo itu ſuo „ urgebunt, propellentque, partes medii ſibi poximas, & urgendo comprimenț easdem, ac condenſabunt, dein reditu ſuo ſinent partes compreſſas recedere, ſeſeque expandere. Igitur partes medii „ corpori tremulo proximæ ibunt, & redibunt per

„ vices

„ vices instar partium corporis illius, & qua ratione „ partes corporis hujus agitabant hasce medii partes, „ hæ similibus tremoribus agitatæ agitabunt partes „ sibi proximas, eæque ulteriores. Et sicut medii „ partes primæ eundo condensantur, & redeundo re- „ laxantur, sic partes reliquæ quoties eunt, conden- „ sabuntur, & quoties redeunt, sese expandent, & „ propterea non omnes ibunt, & simul redibunt, sed „ accedendo ad invicem ubi condensantur, & rece- „ dendo, ubi rarefiunt, aliquæ earum ibunt, dum „ aliæ redeunt alternis vicibus &c.

245. Quomodo autem in fluido elastico excitari possit motus oscillatorius (vi cujus partes medii ex certis spatiis condensentur, iterumque se dilatent) generatim modo ostendi debet, ut inde etiam *propagatio lucis* in Physica speciali pertractanda intelligi possit. Videatur igitur *fig. IX.* ubi globi vi repulsiva pollentes, dispositique ad æquales distantias medium elasticum æquabile exhibent.

Primo igitur quacunque directione una, aut plures particulæ elasticæ impellantur, motus communicatur vicinis *per radios divergentes.* e. g. globus A impellatur, usque in I (*fig. ic.*) vi igitur repulsiva igni propria aget in omnes eos, quibus vicinior est factus, adeoque maxime aget in globum B (cui vicinissimus est) deinde in globos C & D (quibus vicinior est quantitate C I, & D I post impulsum, à quibus prius distabat quantitate A C, A D. & quidem in hos globos aget directione C K, & D L. Porro globus C in globum M, F, E eodem modo aget, & sic aget globus D in H & G, & O. Ex quo advertes motum omnem in tali fluido excitatum divergere, imo in circulum ire: Rursus (*eadem fig.*) impellatur a versus b, impelletur etiam c d directione c i, & d e, c & d impellent i, & e, nec non b, iste impellet l & m ac k, omnes isti impellent globos vicinos, fietque motus divergens. Ex quo patet, in tali medio semper aliquam particularum seriem in directum jacere, unde cum similes motus in

particulis similiter jacentibus fiant, unum modo globulorum seriem spectabimus; nam id cum proportione omnibus seriebus divergentibus applicari potest.

246. Deinde in medio elastico oriuntur pulsus, seu distantiæ partium ceteris magis compressarum, & intervalla rariorum, ut adeo motus unius particulæ successive propagetur. Sic (*eadem fig.*) particula S non percurrit spatium finitum S s nisi tempore finito: seu nisi percurrat spatium finitum, non agit in particulam vicinam T: igitur in hanc non agit nisi post tempus finitum. Si enim sit S s spatium infinite parvum, differentia distantiæ particulæ T ab S, & V erit infinite parva quavis assignabili minore, id est, nulla. Quod de una particula respectu alterius dictum est, id de omnibus verum erit, adeoque T non movebitur, nisi postquam S spatium finitum confecerit, & tunc primo incipiet moveri versus V: ergo in V tardius aget T, quam S in T, V tardius in X, quam T in V &c. id est motus propagatio erit successiva. Sed quoniam tandem S perveniet in Q & R, dum T longe minus promotum est versus V, dabitur aliqua distantia inter S & T, ubi vis impressa puncto S æquatur vi repulsivæ utriusque puncti S & T, unde illa extinguetur, & punctum S iterum recedet a puncto T. Idem intellige de puncto T relate ad V, & sic porro. Igitur fiet itus, & reditus horum punctorum ea lege, ut progrediente e. g. V & X versus G, S & T jam redire incipiant, fient pulsus, & oscillationes, ut primum spatia ad S & T sint compressa, deinde ad V & X, dumque ad V & X partes comprimuntur, intra T & S rarescant.

247. Denique inde consequitur, quacunque supposita celeritate, qua impelluntur primæ partes, oscillationes dictas æquali semper tempore ad æquale spatium propagari, modo maneat ubique eadem medii elasticitas, & densitas per totum illud spatium. Sic (*fig.* [illegible] *Tab XI.*) impellatur pars A in una serie disposita ita, ut intra datum tempus percurrat spatium A b, sitque spatiolum A a requisitum, ut primum

possit

possit A in B agere. Constat tum primum incipere motum ipsius B, dum A in a pervenit. Interea dum A conficiet spatium a b, B intelligatur digressum in d, & cum tunc sit minima distantia partium A & B, vis repulsiva maxima aget, & A ex b versus a, B vero ulterius versus e propelletur, atque idem respectu punctorum g & h in parte C & B continget, sed non nihil tardius, ut patet ex N. prior: dum nempe B confecit spatium æquale A a, incipiet C moveri. Quod si supponamus aliter impelli partem A, ut scilicet conficiat spatium A c loco A b, dum A confecit spatiolum A a, pariter B punctum d occupabit, sed progrediente A ex a in c pariter B ex d in f progredietur. Unde totum discrimen in eo est, ut termini compressionum, & restitutionum nonnihil promoveantur, & oscillationes partium A & B majora solum spatia occupent; hinc erunt pauciores intra datum spatium A D eodem tempore oscillationes, & hoc ipso quod pauciores, sed quo ad spatium singularum magis extensæ, eodem tempore motus ex A in D pervenit, quo perveniret, si A solum per A b fuisset impulsum. Denique ex assumpta natura medii elastici patet, quo particula una alteri sit vicinior, eo semper majorem in ea sentiri resistentiam ob vim repellentem, cum ab initio impulsus sit minima, unde necesse est item, & reditum singularum partium fieri motu accelerato, & retardato, sicut fere similes oscillationes pendulorum ex actione gravitatis contingunt.

248. Atque hæc quidem de motu in medio elastico excitato generatim intelligenda sunt, quæ ex ipsa natura elasticitatis consequuntur, modo adferendæ erunt leges speciales, quibus soni per aerem propagatio perficiatur. Prima igitur lex ejusmodi est: sonus ita per aerem diffunditur, ut primo vicinioribus, tum remotioribus illius partibus communicetur, & in illis quidem pereat, dum his communicatur. Nam successiva soni propagatio ex eo ostenditur, quod citius explosi tormenti lumen cernatur oculis,

oculis, quam illius fragor auribus percipiatur. Hinc idem sonus citius ab iis, qui viciniores sunt corpori sonoro, quam ab iis, qui sunt remotiores, audietur. Alterum hac ratione ostendit Nevtonus, quia in tremulo oscillantis corporis motu pars quælibet quiescit, quamprimum ad locum suum primum redierit, neque deinceps movetur, nisi vel ab impetu corporis tremuli, vel ab impetu pulsuum, qui a corpore tremulo propagantur, motu novo cieatur.

Lex altera. Sonus æquabiliter per aerem propagatur, ea nempe ratione, ut æqualibus temporibus æqualia spatia percurrat. Observavit enim facto accuratissime periculo Cl. Derham sonum percurrere unum milliare tempore $8\frac{1}{4}$ minutorum semisecundorum, duo milliaria duplo tempore, atque ita deinceps. Ut habetur *Phil. Transf. N.* 314.

III. Sonus quaquaversum velut in orbem per aerem diffunditur à corpore sonoro tanquam centro secundum superficies quasi sphæricas, eique fere concentricas. Ita nempe demonstrante Nevtono (*Princip. L. II. prop.* 42.) corpus solidum motu tremulo affectum elastico fluido, cui immersum fuerit, tremorem communicat: perque ipsum diffundit exemplo undarum in aqua stagnante tremulo digito excitatarum (ut rursus loquitur *L. C. prop.* 43.) quæ non solum pergent secundum plagam motus digiti, sed in modum circulorum concentricorum digitum statim cingent, & undique propagabuntur. Nam ut habent Cl. P. P. comment. *Le Seur*, & *Jacquier*, condensatio partium medii elastici locum tenet elevationis aquarum, vis elastica medii locum gravitatis aquæ & pars pulsuum densissima parti undarum altissimæ respondet. Dixi autem sonum diffundi à corpore sonoro tanquam centro quaquaversum *secundum superficies quasi sphæricas*. Nam eas non esse perfecte concentricas inde deducunt, quod non ubique in eadem à sonoro corpore distantia idem sonus æqualiter percipiatur, sed audiatur fortius in ea recta linea, secundum quam sonus à corpore sonante dirigitur, debilius

bilius hinc inde ad latera, & adhuc debilius à tergo ſonantis.

Lex IV. Sonus dirigitur quaquaverſum ſecundum lineas rectas, niſi ab obſtaculo impediatur. Sicut enim oſcillantes corporis ſonori fibræ ſecundum determinatam plagam eunt, & redeunt, ita ſecundum plagam determinatam urgent proximas partes aeris, hæ itidem, quæ ſequuntur, atque ita deinceps. Aereum corpuſculum (inquit *Cl. Haſius de tub. Stent. P. II.*) quod ſecundum axem directionis ſoni procedit, quodque principalem ſoni radium conſtituit, ſecundum illam vim progredi incipiens impellit non ſolum illas particulas, quæ ipſi ad latera adjacent, ſed quam maxime illam, quæ ipſi in eadem linea directe adjacet; nam impulſum incurrit quidem in lateraliter adſtantia, ſimul tamen progreditur, nec à via detorquetur, donec directe ei oppoſitum aliud occurrat, quod ſimiliter impellit. Jllud alterum ſuccedentes ſibi directe alias particulas eodem modo afficit, unde motus in linea recta propagatur.

249. Quamquam propagatio ſoni a corpore ſonoro tanquam centro, per radios in omnem partem ſphærice ad determinatas plagas directos, indubia ſit: de ejusdem tamen diffuſionis *celeritate* inter omnes non prorſus convenit. Florentini Academici putant ſonum propagari intra 1'' ad diſtantiam pedum Angl. 1185, Boyleus intra idem tempus confici putat pedes 1200, Valker 1338, item Merſennus 1474 Flamſtadius, Hallejus, Derham 1142. Nevtonus conſtare ait experimentis, ſonos tempore 1'' conficere pedes Londinenſes plus minus 1142. Porro tanti diſcriminis ratio eſt (inquit Cl. Muſſchenb.) primum quia intervallum inter obſervatorem, & ſonans corpus ſæpe brevius electum eſt, quam ut accurate tempus, ope penduli, menſurari potuerit. Deinde quia facillime error in longitudinem penduli minuta ſecunda vibrationibus ſuis oſtendentis irrepere potuit, quod obſervatorem decepit. His addunt, denſitatem vimque elaſticam neque ſemper, neque in omnibus terræ

locis

locis eandem eſſe, atque hinc fore (ut laud. P. P. le Seur, & Jaquier notant) ut pro locorum, & tempeſtatum diſcrimine ſoni celeritas ſit diverſa. Qui igitur de ea in loco quodam determinato certior eſſe velit, experimentum ibidem capiat eſt neceſſe, ubi interea pro magnitudine media aſſumi poteſt longitudo 1142. pedum. Modum determinandi dictam celeritatem ſuggerit Graveſandius (*Elem. Phyſ.* §. 2337.) his: verbis — „ noctu accendatur ignis cum ſtrepitu „ conjunctus. Ad quamcunque ab hoc igne antea „ menſuratam diſtantiam detur ſpectator, qui breviore „ pendulo menſuret tempus inter lumen viſum, & „ ſonum auditum, ope horologii minuta ſecunda in„ dicantis, & dabitur ſoni celeritas. Dabitur quippe ſoni celeritas, ſi accurate determinatum fuerit tempus, quod inter viſionem luminis, & auditionem ſoni intercedit; illud enim eſt, quod labitur, interea dum ſpatium, quod eſt inter ſpectatorem, & O ſonorum, ſonus percurrit.

Ex obſervationibus rurſus inſtitutis deduci poteſt, iſthanc ſoni propagationem fieri motu æquabili, ſi maneat ſenſibiliter eadem denſitas, & elaſticitas atmoſphæræ in directione, qua ſonus progreditur, at vero celeritatem variari, ſi notabile eſt diſcrimen in atmoſphæra, per quam ſonus tranſit. Ceterum ex æquabili ſoni propagatione ſaltem ſenſibili, & ex numero pulſuum ſeu oſcillationum cuilibet tono muſicæ competentium latitudo pulſuum ſingulorum reperiri poteſt (*V. N.* 183.) ſi ſpatium, ad quod intra 1″ ſonus propagatur, dividatur per numerum oſcillationum eodem tempore editarum.

250. Licet Academici Florentini putent ſecundo vento non augeri celeritatem ſoni, neque adverſo retardari, contrarium tamen tot, tamque accuratis experimentis a Cl. Derhamo compertum fuit. Exhibet Cl. Muſſchenbroek (*Comment. in tentam. Exper. Natur. Acad. P.* II. *Pag.* 110.) tabulam continentem præcipuas cit. Auth. obſervationes, ex quibus liquet inter viſionem flammæ, & auditionem ſoni breviſſimum

mum intercessisse tempus flante secundo vento, contra vero longissimum spirante contrario. Nam, ut ille ait, ventus aerem ex loco in locum transfert, & quidem celeriter pro suo etiam impetu, idcirco necessario sonorum quoque aerem promovebit, atque ita efficiet, ut citius ad locum provolvatur sonus, quem eadem directione movet, quam cui opposita via resistit, atque ita remoram adfert. Dignum tamen observatione est, quod eodem testante deprehendit Derhamus, in omni tempore, seu cælum sit fudum, & serenum, seu nubilosum, seu turbidum, sive nix ceciderit, seu nebula, & tonet, aut fulguret, sive æstus, aut frigus urat, dies vel nox sit, æstas vel hiems, sive mercurius in barometro altus, humilisve fuerit, motum soni neque velociorem esse, neque tardiorem. Nam etsi augmentum vel raritatis, vel elasticitatis soni etiam celeritati faveat, rarissime tamen quo ad hæc tanta est differentia in locis, ubi experimenta capiuntur, aut inde notabile discrimen oriatur. Illud quidem indubium est eundem sonum clarius, aut obscurius audiri diversis temporibus, item sonos acutiores ut plurimum facilius distingui, quam obtusiores, sed ut hæc nihil quo ad celeritatem mutant.

ARTICULUS VI.

De magnitudine, reflexione, accretione, varietate, & consonantia sonorum.

251. PRæ cæteris soni affectionibus explicanda venit ejusdem *magnitudo*, quæ non pendet à celeritate propagationis per spatium aere repletum, sed ab *intensione* ictuum, seu pulsuum, hanc autem augeri à *densitate*, & *elasticitate* aeris (per quem sonus diffunditur) dubium esse non potest, si facta a Viris Celebb. Gravesando, Mußchenbroekio, Zanotto (*authore*

thore comment. Acad. Bononiensis) experimenta prependantur.

I. Igitur obſervatum eſt campanulam in aere intra recipiens condenſato magis ſonuiſſe. II. Sturmius refert *in Coll. curioſ.* urinatorem aliquem præ terrore pene exanimatum fuiſſe, ubi intra campanam (ubi aer ita eſt condenſatus, ut hominibus ſæpe ſanguis per aures, & nares extrudatur) parvulum cornu inflare cœpit. III. Experimentum in montibus Carpathicis tentatum docuit, exploſo in ſupremo vertice ſclopeto manuali non majorem imprimis fragorem fuiſſe perceptum, quam ſi bacillus confringeretur; at vero poſtea per repetitas reflexiones in ſubjectis rupibus, ac vallibus auctam murmur fuiſſe auditum, denique ex eodem ſclopo inter deſcendendum exonerato majorem fragorem fuiſſe ortum, quam à capaciſſimo tormento edi poſſit. IV. Ex his obſervationibus patet, ſonos augeri etiam in ſpeluncis ſubterraneis, ac puteis, in quibus aer notabiliter eſt denſior noſtro ordinario (ut non modo ex demiſſis in loca profundiora barometris, ſed & ex denſioribus exhalationibus colligi poteſt, unde ſi ea eſt loci alicujus cavenoſi profunditas, quanta eſt eorum montium, in quibus ſonus admodum minuitur, altitudo, certe eadem proportione in hiſce cavernis ſonum augeri, qua in illis minuitur, eſt neceſſe. V. Conſtat ſonos, ceteris paribus, majores eſſe noctu, quam interdiu, cujus ratio (præterquam quod aer noctu minus ſit commotus, quam interdiu, ac idcirco ad tremorem magis concipiendum & deferendum aptior) inde deſumitur, quod aer ob frigus nocturnum ſit denſior. VI. Quo longius à ſonoro corpore abit ſonus, eo magis decreſcit, quia quo longius ſonus recedit, eo latius per aerem diffunditur motus, atque adeo remiſſior impetus partibus aereis imprimitur, ut ſimile decrementum eſt lucis.

Notandum tamen hic eſt, ſonum parvum ac magnum pari celeritate propagari, ut habet Gaſſendus (*ſect. I. Phyſ. L. VI. C. 10.*) his verbis : ,, Id fa-
,, cile

„ cile obſervatur in ſonis bellicorum tormentorum uno, „ alterove, aut tribus paſſuum millibus diſſitorum, „ dum adnotato momento, quo creata ſimul cum ſo- „ no flammula oculis apparet, numerantur pulſus arte- „ riæ, aut itus, reditusque chordulæ pondere appen- „ ſo, quousque ſonus ad aures perveniat. Deprehen- „ duntur enim hujusmodi pulſus, ſeu itus, ac redi- „ tus (qui aliunde ſunt) æquales eſſe numero, ſeu „ ſonus ſit machinæ ingentis, ſeu parvæ. Confirmat id Derhamus (teſte Muſſchenbroekio) directionem tormentorum non mutaſſe directionem ſonorum, ſive tormenta verſus obſervatorem, ſive è contrario fuerint exploſa. Imo in omnibus ſclopeti poſitionibus, horizontali, perpendiculari, vel in elevatione 10, aut 20 graduum ſupra horizontem, nulla eſt variatio ſoni. Pulveris pyrii quoque vis, ſeu debilis, ejusque major, vel minor quantitas, licet augeat, vel minuat ſonum, non tamen accelerat, aut retardat ejus motum. Præterea pulſationes mallei, & fragorem tormenti comparavit ad intervallum milliaris, reperitque utriusque ſonum eodem tempore adveniſſe. Ratio horum omnium eſt, quia pulſus omnes in medio elaſtico à corpore ſonante producti ſunt æque veloces, *demonſtrante id Cl. Nevtono Princip. L. II. prop.* 48.

252. De ſoni in obicem incurrentis *reflexione* dubium eſſe nequit; ſonus enim æris campani, bellicique tormenti fragor ſæpe ex ea parte, ex qua ſuam non habet originem, ad nos pervenire videtur, id quod non niſi ejusdem reflexioni tribuendum erit. Reſilit igitur ſonus in durum, inconcuſſumque O incurrens, quatenus aereæ partes, quæ ab anterioribus trementibus contra illud itu ſuo urgentur, utpote elaſticæ, nituntur poſt ictum redire, adeoque eas omnes urgent, vibrantque velut in contrariam partem, quæ ſunt in linea recta. Qua in reflexione lex certe iſthæc obſervatur, ut angulus reflexionis æqualis ſit angulo incidentiæ. Cum vero moleculæ aeris admodum ſint exiguæ, leves, ac flexibiles, corpus fere

quodvis

quodvis obvium rationem obſtaculi relate ad aerem habebit, ut montes, parietes, ſilvæ, frutices, nubes ipſæ, hinc dum tormenta ænea verſus nubes exploditur, fragor redit, quod tamen cœlo ſereno non contingit.

Hinc radii ſonori ex eodem puncto erumpentes colligentur in foco ope *fornicis ſphæroideoellyptici*, ut ſi (*fig. XI.*) A b c ſit fornix, cujus unus focus ſit punctum X, alter punctum D, radii ſonori D a, D b, D e, D n ex loco D erumpentes, atque in concavam ipſius fornicis ſuperficiem incidentes colligentur omnes poſt reflexionem in puncto X, ut adeo qui ſubmiſſa voce contra fornicem loqueretur ex D, perfecte intelligeretur ab aure poſitæ in X. Rurſus radii ſonori incidentes paralleli in fornicem *Conoideo-parabolicum* in uno puncto poſt reflexionem colliguntur, viciſſim qui ex illius foco erumpunt, paralleli ex fornice reſiliunt. Ut ſi (*fig. XII*) A b C ſit fornix, cujus focus ſit punctum X, radii, ſonori M a, N b, U d, Z e in ipſum fornicem paralleli incidentes ita ex illo reſiliunt, ut in foco X omnes ſimul colligantur. Viciſſim ſi ex foco X erumpant radii ſonori X a, X b, X d, X e, & in ipſum fornicem incidant, reflectentur paralleli. Utrumque ex eo ſequitur, quod radii ipſi ita reflectantur ab obice, ut angulus reflexionis æquet angulum incidentiæ. Rationem inde deduces plurium phænomenorum e. g. Cur in certis aulis, vel templis quod una ex parte ſummiſſa voce loqueris, alter in parte è diametro oppoſita diſtincte audiat. Cur horologium portatile (ad diſtantiam paucorum pedum perceptibile) ſi in foco parabolæ ponatur, aurisque foco alterius parabolæ oppoſitæ applicetur, etiam ad diſtantiam 12 orgyarum ita clare audiatur, quaſi ipſi horologio applicaretur &c. plura ejusmodi reperies *in Phonurgia Kircheri vide.*

253. Reflexionem ſoni maxime obſervamus in *Echo*, quæ fit, quando ſonus in rupem, parietem, cavernam, aut aliorum obſtaculorum concamerationem illapſus ibique collectus valide, ac confertim ad

locum

locum (unde processerat) reflectitur, ac auribus denuo offertur, ita ut tum demum, quando sonus directus modo perceptus in auribus jam evanuit, ad illas perveniat, ut notabili post hunc intervallo distincta illius fieri possit perceptio juxta illud :

> Saxa sonant, vocisque offensa resultat imago;
> Saxa pares formas verborū ex ordine reddunt.

Principium fundamentale ad explicandum hoc phænomenon facile intelligi poterit, si perpendamus sonum percipi velut ex eo loco provenientem, ex quo velut centro aeris tremor ad aures allabitur. Sic (*fig. XIII.*) si radii sonori A a, A e, è puncto sonoro A erumpentes incidant in planum obstaculum B D, è quo resiliant alter in b, alter in f, ducta normali A C, eaque directe producta in D, productisque itidem directe radiis a b, f e ultra obstaculum B D, punctum d normalis A d (in quo radii ipsi concurrunt) erit locus, ex quo sonus reflexus per rectas a b, e f propagatus provenire videbitur. Rursus (*fig. XIV.*) si radii sonori A D, A B, ita resiliant ex obstaculis B D, ut in puncto a post reflexionem uniantur, ab ipsis radiis reflexis B a, D a, ultra punctum a directe productis, nempe à radiis a d, a b ea ratione afficietur auditus, ut sonus perceptus, velut ex loco a provenire videatur. Ex quo sequitur, si radii sonori directi A a, & reflexus a b simul sumpti rectam A b constituant (*fig. XIII. cit.*) in loco b primo audiri sonum *directum*, qui provenit à puncto sonoro A per rectam A b, deinde *reflexum* (qui diffunditur per rectam a b) tanquam à puncto d procedentem percipi. Sequitur rursus, eundem sonum non posse tantum bis reflexionis causa, sed & sæpius audiri, si plura fuerint obstacula adeo inter sese disjuncta, ut eadem vox primum ab uno, tum ab alio atque ita deinceps repercutiatur, sicque successive pluries aures feriat.

254. Ex quo principio facile colliges, in Echo nihil aliud fieri, quam ut vox ab eo, in quod incurrit,

currit, obſtaculo reflectatur, & rurſus ad aures perveniat. Quod ut fiat, certis conditionibus opus eſt: primo enim requiritur, ut obſtaculum reflectens quo ad elaterium, diſpoſitionem ſuperficiei ita inter alia corpora ſit collocatum, ut radii ſonori undequaque repercuſſi, concurrentes, & uniti ad aurem deferantur. Deinde notabili opus eſt, & juſta objecti reflectentis diſtantia, ut antequam ſonus reflexus ad aurem redeat, ſonus directus in illa reſonans evaneſcat; ſecus enim confuſus, & auctus in aure ſtrepitus, non vero diſtincta Echo percipietur. Unde in locis, ubi ex intervallo ſufficiente vox diſtincta revertitur, ſi propius accedimus, magis, magisque vox directa, & reflexa conjunguntur, tandemque ſi proxime adſiſtimus, plane confunduntur. Neque vero hæc ſola diſtantia ſufficit, ſed requiritur etiam, ut ſonus repercuſſus vi unita fortius redeat; obſervamus enim dari loca, ubi ob longiorem objecti reflectentis diſtantiam vox ore ſolum prolata non revertitur; quando vero tubæ ſtentoreophonicæ ope fortiore impetu emittitur, promte ſtatim redire Echum. Porro diſtantia obſtaculi reflectentis à corpore ſonoro requiſita ad perceptionem ſoni reflexi hoc modo determinata eſt ab *Academicis Florentinis*: Cum juxta illorum obſervationes in prolatione vocis monoſyllabæ tantum temporis inſumatur, quanto opus eſt, ut vox illa ſpatium pedum 232 percurrat, manifeſtum eſt primo requiri diſtantiam pedum 116 ab obſtaculo, ut vox monoſyllaba, diſtantiam pedum 232, ut vox biſſyllaba, pedum 348, ut vox triſyllaba, atque ita deinceps ab eo, qui illam emiſit, iterum diſtincte audiatur. Sic (*fig.* .*it. XII.*) poſita diſtantia loquentis A ab obſtaculo C pedum 116 loquens monoſyllabam vocem ab ſe prolatam iterum ſentiet; at vero vox biſſyllaba audietur, ſi diſtantia A C fuerit pedum 232 &c. Cum enim poſita diſtantia A C = 116 ſit 2 C A = 232, inter appulſum directum, & reflexum illius vocis ad aures loquentis A tantum temporis interjicietur, quantum requiritur, ne vox mono
ſyllaba

ſyllaba directa cum reflexa ſimul ad aures pertingat. Unde quo remotior ab obſtaculo fuerit loquens, eo plures vocis à ſe prolatæ ſyllabas iterum percipiet. Manifeſtum eſt ſecundo, ut ſtans in loco b (*fig. cit.* XIII.) vocem monoſyllabam è loco A ab alio emiſſam bis audiat diſtincte, directe nempe, & reflexe, exceſſum linearum A a, a b ſupra unam A b eſſe debere pedum 232. Hinc quo iſte exceſſus fuerit majus, eo plures ſyllabas vocis emiſſæ ex loco A percipiet ille, qui conſiſtit in b.

255. Ex quibus omnibus ratio dari poterit eorum, quæ circa Echo fuerunt obſervata. I. Cur in ampla planitie echo non ſit; nam in hac vel non reflectitur ſonus, vel ſi reſiliat, radius ſoni reflexus ad aurem non pervenit, ſed alio progreditur, vel ſi aliquis eorum aures feriat, debilis adeo eſt, ut ad excitandum ſoni ſenſum non ſufficiat. II. Cur in vallibus, iiſque locis in quibus concamerationes habentur, echo ſit frequentior? nam ibi non ſolum ita reflectitur, ut ad aures perveniat, ſed & velut in foco, perinde ac fit in concavo fornice, unitur, unde eam intenſitatem obtinet, qua opus eſt ad feriendum auditum. III. Cur habeatur echo monoſyllaba, quæ ultimam ſolum ſyllabam, polyſyllaba, quæ plures reddit. Ex dictis enim ratio in minorem vel majorem obſtaculi diſtantiam recidit. Cum enim ſyllabæ ore ſucceſſive prolatæ eodem ordine una poſt alteram redeant, hinc dum priores citius revertuntur, in minore diſtantia ad aures pertingunt, antequam ſonus directus in iis ſit extinctus, poſteriores vero tardius huc delati ſono directo jam ceſſante diſtincte percipiuntur. In majore diſtantia etiam priores extincto ſono primario demum redeunt. IV. Unde ſit echo monophona, quæ voces non niſi ſemel, & polyphona, quæ pluribus vicibus voces repetit. Nam ſi plura obſtacula ad vocem reflectendam accommodata ita inter ſe diſtant, ut ſonus à remotiore repercuſſus non ante ad aurem perveniat, quam ſonus à propiore reflexus in ea jam ſit extinctus, ut ſingulæ

reflexiones distinctam perceptionem efficiant. Unde qu validiore vi vox emissa fuerit, tanto pluries in dum repetitur. Ceterum mira est Echo polyp villæ Simonetæ prope Mediolanum, quæ ex unico obstaculo 24 repetitur, cujus rationem fusius expo *Starmius*, & ex eo *Verdriestus Phys. general. C. IX*

256. *Accretio* soni variis ex causis fieri pote una insinuata est N. 251, altera, eaque frequenti causa est constitutio loci, quæ augmentum soni diversas circumstantias promovere potest: nam ipr mis si cavitates loci constent partibus elasticis, & ad naturam corporis sonori magis accedentibus, imp so aere impellentur pariter illæ, sonumque pe excitabunt. Deinde mirum augebitur sonus, si p varios meatus, & anfractus frequentes fiant reflex nes, præsertim si illæ quodammodo in unum focum colligantur. Perspicuum hoc est in omni fere gene re instrumentorum musicorum, in tot diversis speciebus fistularum polystomarum, cornuum, tubarum quæ vel ex lignis valde elasticis, vel ex laminis metallicis conficiuntur, ut per exile orificium aer intrusus vehementius in latera impingat, ac infinit es fere reflectatur, donec per orificium magis patulum exeat. Quo potissimum referri potest cornu Alexandri Magni, quo è distantia centum stadiorum (quæ duodecim milliaria Romana cum dimidio conficiunt) militares copias convocare potuit, cujus fusiorem descriptionem habet *Kircherus L. I. Phonurg. sect. 7. & Hasius de tubis stentoreis P. III. sect I.* Augmentum soni rursus perspicitur ex tuba stentorea, seu loquaria ita dicta, quod illius ope vox articulata ad loca maxime dissita deferatur. Hujus tubæ inventio Morlando equiti Anglo vulgo tribuitur, verum hoc tam præclarum inventum merito sibi tribuit Kircherus noster, teste ipso Derhamo, qui etsi Morlandi coram bulis illud in sua Physico-theologia Kirchero adjudicabit. Ex pluribus hujus formis primam ex Sturmio adfero (*fig. XV.*) repræsentatam. Longitudo tubæ

g a 4 pedum, 8, dig. eſt, aut univerſim 56 digit. Ea dividitur hac lege, ut parti g e obtingant 32, & parti e c 16. & c a octo digiti. Deinde conſtruitur tuba ex lamina ita, ut os loquentis commode contegi poſſit ad anguſtioris orificii labia b k, ejusdem autem ſemidiameter minima eſt 1 digiti, e f duorum, c d 4, a m 8.

Cl. Haſius, & Graveſandius exiſtimant figuram omnium perfectiſſimam in tuba locutoria eſſe, quæ naſcitur ex converſione parabolæ circa illius axem ita nempe, ut ipſa tuba conoidem parabolicum concavum referat, exiguo illius orificio, cui os loquentis aptandum eſt, in foco conſtituto. Ut tuba longior fiat, jungit Haſius parabolæ ellipſin, ita ut habeant focum communem in b (*V. fig. XVI.*) ut adeo radii ſubeuntes per orificium a, ſeu primum polum partis ellipticæ, reflexique ex omnibus punctis c d e f ſe interſecent in foco b, unde demum parallele ex punctis h i k l reflectantur. At vero cenſeo iſthanc figuram ingenioſiorem eſſe, quam utiliorem. Ratio eſt, quia effectus tubæ locutoriæ non tam pendet à *parallela propagatione radiorum*, id quod forma parabolica efficit, quam *aliqua vocis coarctatione*, ne ſtatim in circulum diffuſa diſſipetur, & crebra reflexione per laminas elaſticas. Motus ſiquidem in hiſce tubis dilatationem ſoni impedientibus tardius amittitur, & fortius recurrit, ac propterea à motu novo ſingulis recurſibus impreſſo magis augetur. Et cum omnis ille vocis ſonoræ impetus qui alias ad ſphæram usque integram, cujus radius eſſet tubæ longitudo, eodem tempore propagari debuiſſet, nunc intra tubæ ſpatium concavum concludatur, & ex ejusdem apertura junctis viribus exeat: obſcurum eſſe non poteſt, tremulum aeris motum inde augeri, & inde ad intervalla longe majora pervenire, ut habet cit. *Sturmius Colleg. curioſ. P. II. Tent. VIII.*

257. Hinc ratio intelligitur. *I.* Effectum in tubis acuſticis, quæ ſunt orificio anguſtiore auri admotæ,

 motæ,

motæ, & ampliore sonis ex opposito loco advenientibus obversæ (*V. fig. VIII. Tab. XI.*) nempe hic non solum plurimi radii sonori, qui exiguam auris amplitudinem præterirent, colliguntur, in arctum magis, magisque coguntur, & ita confertim ad aurem transmittuntur, sed & in tuba acustica novos impulsus ex multiplicibus reflexionibus notabile motus augmentum acquirunt. *II.* Ex eodem fonte ratio redditur, cur vox emissa in camera vacua duris, & elasticis parietibus instructa, cur explosio tormenti in crypta fornicata fortiore sono percellat aures, cur ad aquas stagnantes, è regione prætereuntes vel leviorem sonum clare percipiant? nempe radii sonori sphærice diffusi à lateribus, aut superficie aquæ repercussi frequentius cum radio directo conjunguntur. Dum è contrario *III.* si parietes peristromatis, & tapetibus fuerint tecti, aut areæ nive, paleis, lana, similibusque porosis, & mollibus corporibus stratæ, aut si turba hominum ædes sacras, ac auditoria occupet, sonus quasi deficit; nam radii sonori in corpora vicina minus elastica, inæqualis asperiora incidentes vel debilius reflectuntur, vel nimis dissipantur, aut suffocantur. Hinc veteres in theatris suis clypeos æneos excavatos, aut etiam campanulas suspenderunt, ut vox actorum repercussione, & concursu radiorum multum augeretur. *IV.* Denique inde reddi potest ratio cochleæ Dionysii tyranni, quam describit *Kircherus in Phonurg. L. I. S. IV. C. III.* carceri ad urbem Syracusam ita aptatæ, ut & sibila, & voces lenissimæ in carcere emissæ extra, & supra carcerem in camera peculiari audiri potuerint.

258. Quod *varietatem soni* spectat, alius est *gravis*, alius *acutus* pro numero vibrationum, quas sonantis corporis partes, dato tempore, conficiunt. Acutum nempe sonum edit O, si ejus partes ex percussione ita tremant, ut plurimas vibrationes exiguo tempore efficiant, contra sonum gravem edit, si paucæ numero sint vibrationes, quæ eodem tempore conficiun-

ficiuntur. Igitur quo plures erunt illarum partium vibrationes, eo ſonus erit acutior; gravior, ſi vibrationes ſint pauciores. Conſtare id poteſt exemplo chordæ, quæ pondere tenſa non alia ratione ſonum gravem, aut acutum exhibet, quam quia pulſa itus, reditusque rariores, aut crebriores facit. Sicut enim experientia conſtat, *gravius* ſonare chordam, quo eſt longior, *acutius*, quo brevior, ita & eadem experientia docet chordam vibrari *rarius*, quo longior eſt, quo vero brevior, vibrari frequentius. Idem dicendum de aere, qui edet ſonum gravem, vel acutum, prout vibrationes ejus rariores ſunt, vel frequentiores. Cum enim demonſtrante Nevtono, *Princ. Phil. L. II. coroll prop.* 47. numerus pulſuum propagatorum in fluido elaſtico, idem ſit cum numero vibrationum corporis tremuli, neque mutiplicetur in eorum progreſſu, tot plane vibrationes, dato tempore, producuntur in aere à tremulo motu corporis ſonantis, perque illum propagantur, quot ab ipſius corporis partibus eodem tempore peraguntur.

259. Supereſt, ut quædam adnotentur de *conſonantia*, ſeu compoſitione ſoni gravis, & acuti, quæ ex eo oriri videtur, quod vibrationes corporum ſonantium, atque adeo etiam aeris in aures incurrentis ſimul incipiant, ſimulque deſinant, unde organum auditus ſuaviter affici eſt neceſſe. Quod ſi vibrationes non ita conveniant, *diſſonantia* habetur, unde ingrata ſoni ſenſatio excitatur. Explicat id P. de-Chales (*Muſ. prop.* 4.) comparatione cum pendulis facta his verbis: „ Si ſint duo funependula, „ quæ ſimul moveantur, vel vibrationes unius cum „ vibrationibus alterius ita commenſurabuntur, ut „ identidem ſimul abſolvantur, & ſimul incipiant, „ vel ita erunt inæquales in duratione, ut nunqum „ ſimul recurrant. Si primum, ſimultaneus utri„ uſque penduli motus gratus erit oculis; in ſecun„ do vero caſu ingratus erit. Eodem modo ſi vibra„ tiones utriuſque chordæ identidem ſimul deſinant,

,, nec sibi invicem contrariæ sint, erit consonantia, ,, sin minus, dissonantia.

260. Pendet diversitas consonantiæ à numero vibrationum, quas duo corpora simul percussa eodem tempore absolvunt. Si corpora ita fuerint attemperata, ut idem vibrationum numerus eodem tempore peragatur, *unisona*, seu in unisono consonare dicuntur. Si partes unius corporis vibrationes *duas* conficiant, interea, dum partes alterius *unam* tantum absolvunt; habetur consonantia *diapason*, seu *octava* dicta, quantenus nempe intra duos illos sonos, quorum alter acutus est, alter gravis, octo soni ordinate decrescentes, si ab acuto initium sumatur, inclusive distinguuntur. Si autem corpus *duas*, interea dum alterum *tres*, vibrationes peragit, habetur consonantia, quæ *diapente*, seu *quinta* dicitur. Habetur vero consonantia dicta *diatesseron*, seu *quarta*, si *quatuor* vibrationes à partibus unius, & tres à partibus alterius corporis simul conficiantur. Quod si numeri vibrationum se habent ut 4 ad 5, oritur *ditonus*, seu *tertia major*; *semiditonus*, seu *tertia minor*, si numeri vibrationum fuerint ut 5 ad 6: *sexta major*, si fuerint ut 5 ad 3; *sexta minor*, si fuerint ut 5 ad 8; *tonus major*, si ut 9 ad 8; *tonus minor*, si ut 9 *ad* 10 illarum vibrationum numeri se habuerint. Demum si earundem numeri fuerint inter se ut 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48, illa corpora sonos edent, qui notissimis syllabis *Ut*, *Re*, *Mi*, *Fa*, *Sol*, *La*, *Si*, *Ut*, a graviore sono sumpto initio significari solent.

261. Quoniam vibrationes partium corporis vibrationibus totius ita respondent, ut toties intra datum tempus partes illæ vibrentur, quoties totum ipsum corpus eodem tempore oscillat, innotescet, quot vibrationes conficiant, dato tempore, minimæ cujusvis sonantis corporis particulæ, si notum fuerit, quot a toto ipso corpore eodem tempore perficiantur. Hinc cum tempora, quibus duæ chordæ homogeneæ,

& æque

& æque tensæ singulas suas oscillationes peragunt, sint inter se ut ipsarum chordarum longitudines, ac proinde numeri vibrationum, quas illæ simul percussæ eodem tempore edunt, se habeant ut earundem chordarum longitudines *inverse*, duo nervi musici homogenei, æque crassi, & æque tensi consonabunt in *octava*, si eorum longitudines fuerint ut 2 ad 1; in *quinta*, si fuerint ut 3 ad 2; in *quarta*, si sint ut 4 ad 3, ac demum *tonos* emittent, qui syllabis Ut, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si, Ut significantur, si ipsorum nervorum longitudines habuerint rationem inversam numerorum 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48. Id porro locum habet in omnibus corporibus sonoris homogeneis, & figura similibus, nempe & isthæc edent sonos dictis syllabis ut, Re &c. expressos, si homologa ipsorum latera fuerint inverse, ut numeri 24. 27. &c. Certe ita rem contingere testantur Viri Clarissimi Mersennus & Carreus capto experimento in campanis, cylindris, prismatibus, aliisque sonoris corporibus natura, & figura similibus. *V. Monum. Acad. Reg. An.* 1709.

262. Proportionem, quam habere debent corpora sonora, ut simul percussa *musicos tonos* edant, primus omnium Pythagoras, teste *Macrobio L. II. in somn. Scip.*) casu invenisse perhibetur, cum scilicet ante fabri ferrarii officinam pertransiens concentum ex malleorum ictibus ortum advertit, ipsosque malleos ponderavit. Circa chordas non in unisono tantum, sed & in octava, in quarta, in quinta, verbo *harmonice* consonantes memorabile phænomenon observârunt Physici; nempe ad unius pulsationem tremere aliam, sonumque edere, licet ab illa distet ,& minime percutiatur. Cujus ratio ex dictis colligi potest, nempe per vibrationes chordæ aeri communicatur similis motus, ille igitur incurrens in chordas alias non pulsatas omnes quodammodo repetitis ictibus ad similes oscillationes sollicitat, quare si una ex illis similibus vibrationibus est idonea,

nea, ea denique sonum edet. Explicari id potest exemplo pendulorum hoc modo: si in pendulum quietum iteratis vicibus oris, vel follis flatu impellatur aer, ita ut æquale semper tempus inter singulos impulsus intercedat, excurret pendulum in oscillationes, modo ea sit celeritas pulsuum aeris, ut motus inchoatus penduli, & insequens impulsus aeris semper in eandem partem tendant; quod si motus penduli, aut secunda ejus vibratio cum secundo aeris pulsu non fiant in plagam eandem, motus penduli cessabit, idque continget, si vel celeritatem aeris impellentis augeas, vel illa servata longitudinem penduli mutes. Eodem modo in consona itus chordæ, aut omnes ut in unisonis, aut plures, ut in aliis tonis harmonicis, & impulsus aeris fiunt in eandem plagam, nec reditus illius obviat secundo hujus impulsui, igitur augetur oscillatio primo impulsu cœpta, adeoque chorda fit sonora, etsi plectro non tacta. In chordis è contrario dissonis alterni, vel plures saltem impulsus aeris obviam quasi veniunt chordæ redeunti ex primo impulsu, adeoque inchoata oscillatio minuitur, quod cum semper contingat, nunquam erunt ejusmodi oscillationes, quæ audiri possint. Plurima huc pertinentia repeti possunt ex *Phonurgia & Musurgia Kircherii* Ex R. R argumentum hoc plurimum excoluit Cl. Sauveur ut hab. *Hist. de l' Acad. des Scienc. An.* 1700.



INDEX

INDEX

CONSPECTUM PRIMÆ PARTIS

PHILOSOPHIÆ NATURALIS

EXHIBENS

PROLEGOMENA IN UNIVERSAM

PHYSICAM.

DISSERTATIO I.

De Corporibus generatim, eorumque principiis ac attributis.

PARS I.

De Principiis intrinſecis Corporum.

PARS II.

De Generalibus Corporum affectionibus.

DISSERTATIO II.

De motu Corporum.

PARS I.

De Generalibus notionibus, potentiis, proprietatibus, viribus & legibus motus.

PARS

PARS II.

De Generalibus principiis Statices, Mechanices, & Hydroſtatices.

PARS III.

De Gravitate Corporum.

DISSERTATIO III.

De præcipuis quibusdam Corporum qualitatibus.

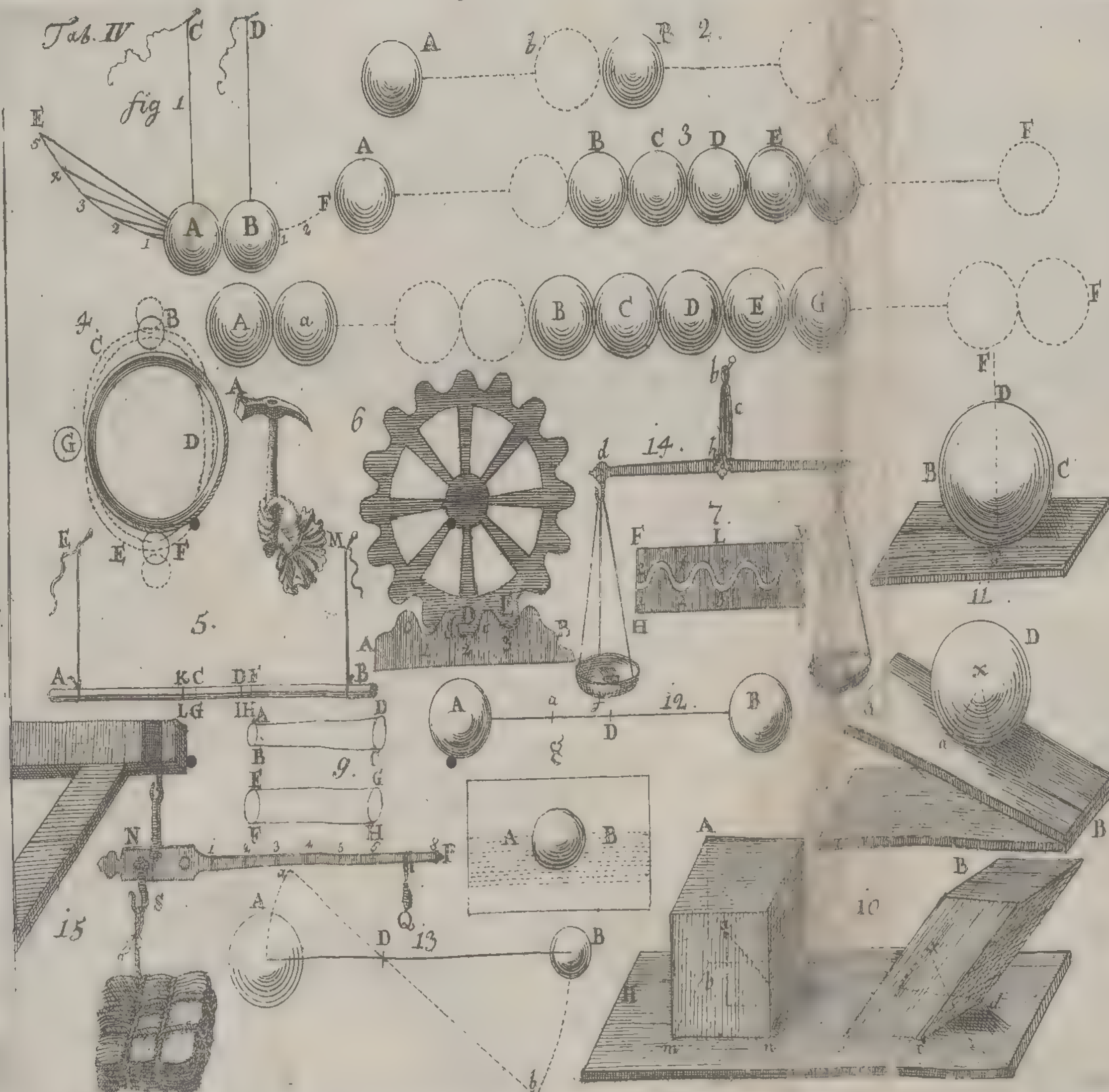


bus.

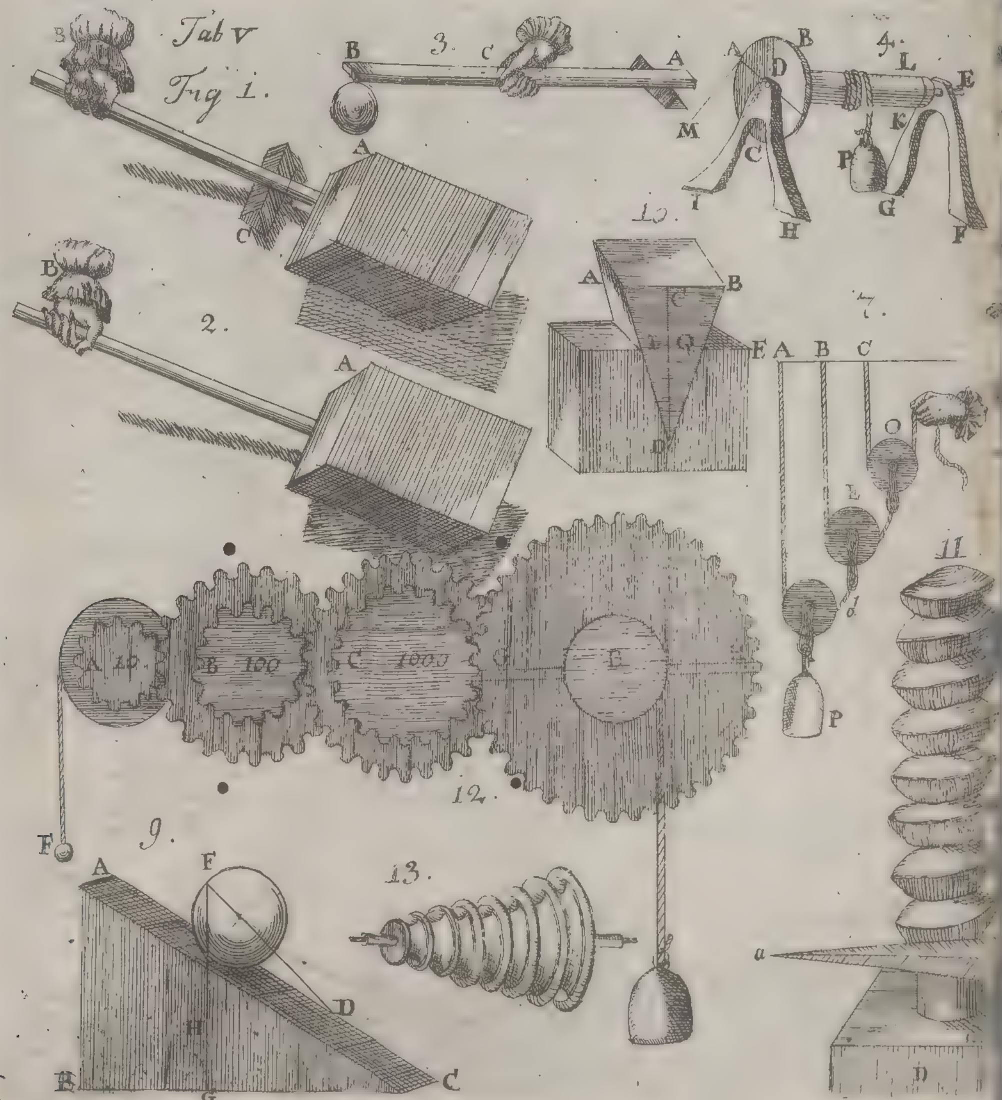
Pag.
273
oni-
285
291
odo-
310
situ-
317
ne,
331



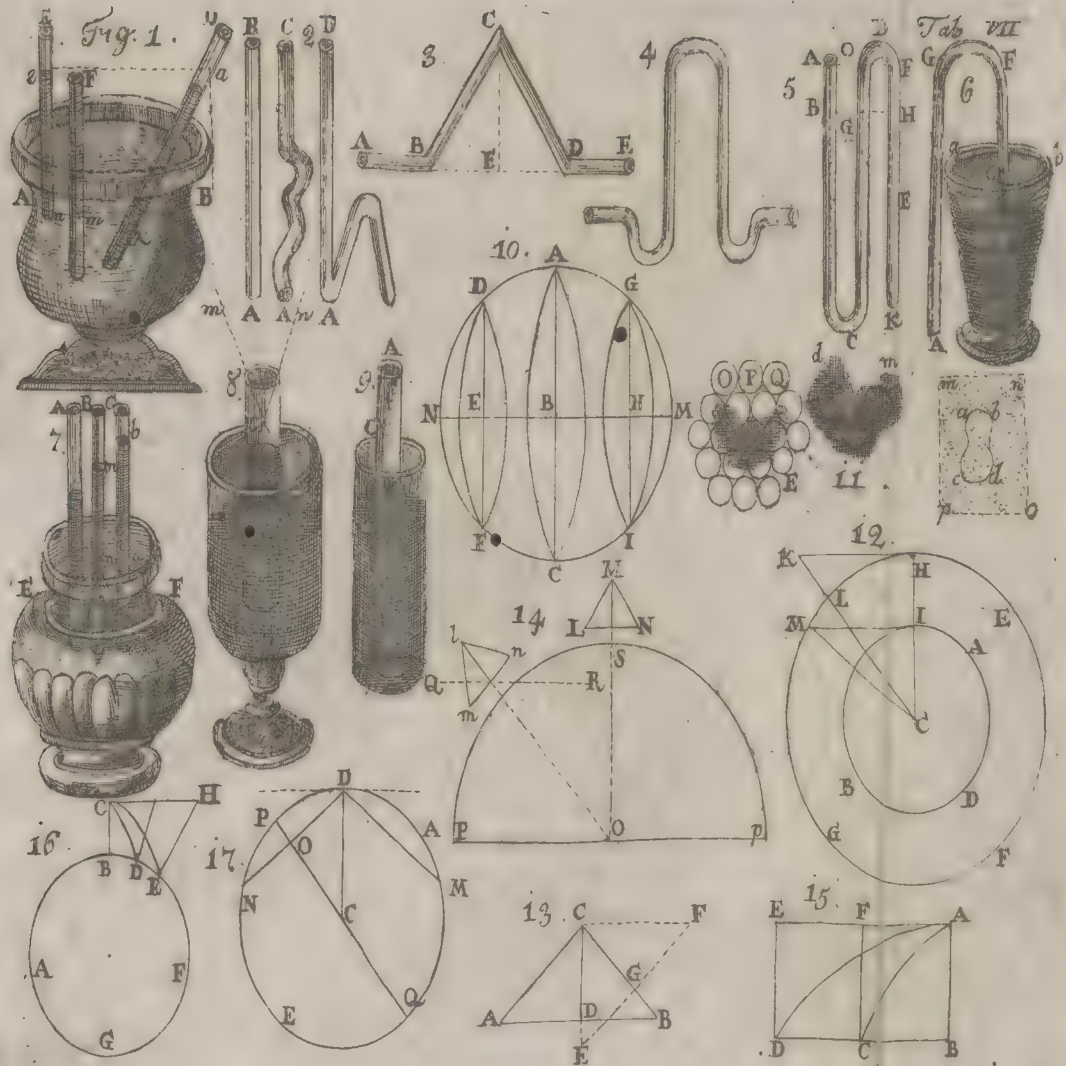


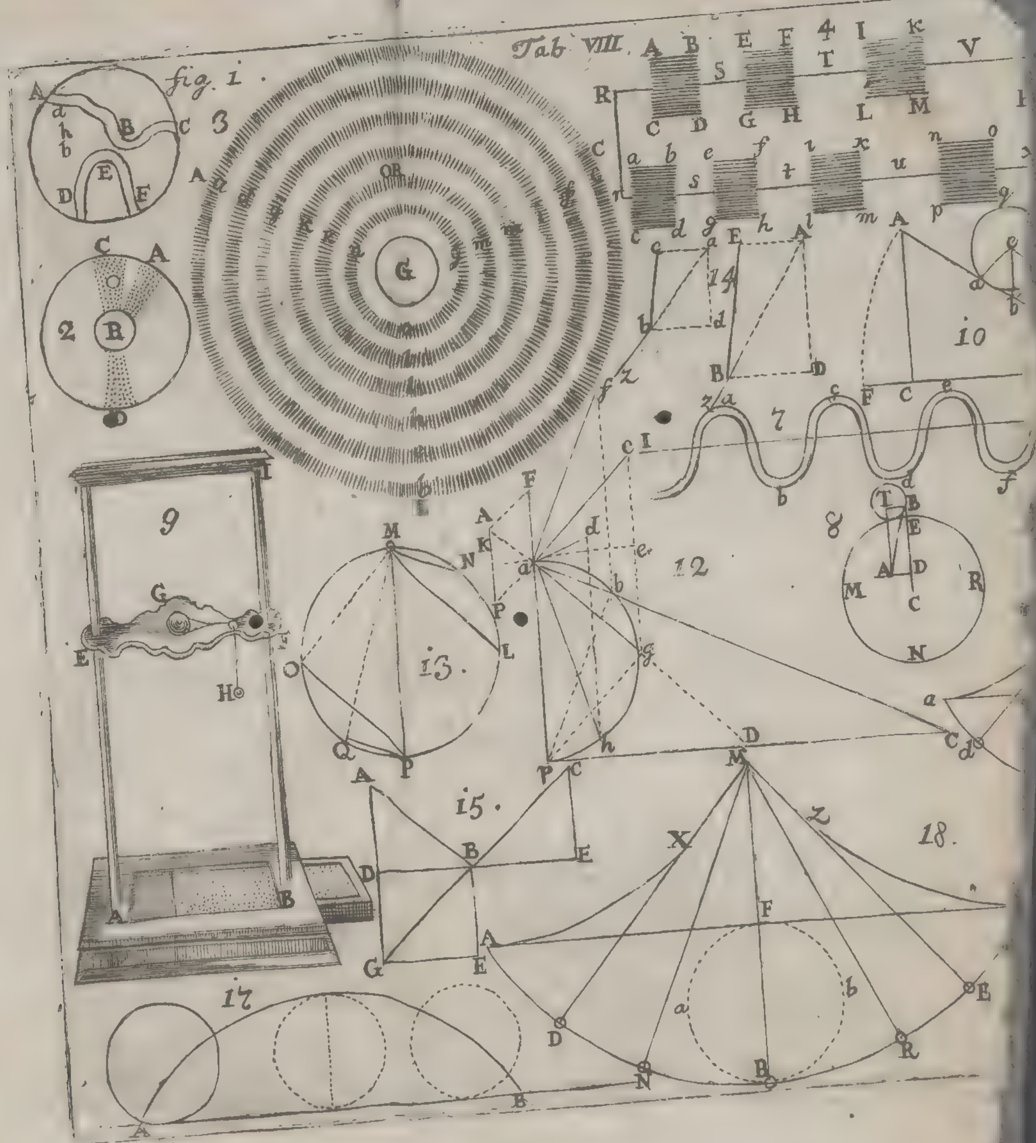


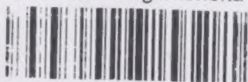
Tab. IV
fig 1


Tab V
Fig 1.
2.
3.
4.
7.
9.
10.
11
12.
13.
A 10
B 100
C 1000
E


Tab IX


Fig. 1.
Tab VII


Tab VIII.
fig. 1.


Biblioteka Jagiellońska
stdr0027944

